

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004589

International filing date: 09 March 2005 (09.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-070788  
Filing date: 12 March 2004 (12.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

09.3.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 1 2 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 7 0 7 8 8

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

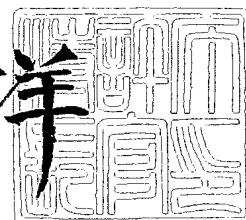
J P 2 0 0 4 - 0 7 0 7 8 8

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2 0 0 5 年 4 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P007766  
【提出日】 平成16年 3月12日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内  
    【氏名】 山崎 舜平  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内  
    【氏名】 荒尾 達也  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000153878  
    【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所  
    【代表者】 山崎 舜平  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 002543  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナが有する導線間に、軟磁性材料を用いた微粒子が分散されていることを特徴とする半導体装置。

**【請求項 2】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナが有する導線間に樹脂が配置されおり、  
前記樹脂には軟磁性材料を用いた微粒子が分散されていることを特徴とする半導体装置

**【請求項 3】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナが有する導線を覆うように樹脂が配置されおり、  
前記樹脂には軟磁性材料を用いた微粒子が分散されていることを特徴とする半導体装置

**【請求項 4】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナは、前記薄膜トランジスタを覆っている第 1 の樹脂上に形成されており

、  
前記アンテナが有する導線間に第 2 の樹脂が配置されおり、  
前記第 1 の樹脂及び前記第 2 の樹脂には、軟磁性材料を用いた微粒子が分散されていることを特徴とする半導体装置。

**【請求項 5】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナは、前記薄膜トランジスタを覆っている第 1 の樹脂上に形成されており

、  
前記アンテナが有する導線を覆うように第 2 の樹脂が配置されおり、  
前記第 1 の樹脂及び前記第 2 の樹脂には、軟磁性材料を用いた微粒子が分散されていることを特徴とする半導体装置。

**【請求項 6】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナが有する導線を覆うように、絶縁膜が形成されており、  
前記絶縁膜を間に挟むように、前記導線間に樹脂が配置されおり、  
前記樹脂には軟磁性材料を用いた微粒子が分散されていることを特徴とする半導体装置

**【請求項 7】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナが有する導線を覆うように、絶縁膜が形成されており、  
前記アンテナ及び前記絶縁膜を覆うように樹脂が配置されおり、  
前記樹脂には軟磁性材料を用いた微粒子が分散されていることを特徴とする半導体装置

**【請求項 8】**

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、

前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナは、前記薄膜トランジスタを覆っている第 1 の樹脂上に形成されており

、  
前記アンテナが有する導線を覆うように、絶縁膜が形成されており、  
前記絶縁膜を間に挟むように、前記導線間に第 2 の樹脂が配置されおり、  
前記第 1 の樹脂及び前記第 2 の樹脂には、軟磁性材料を用いた微粒子が分散されている  
ことを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】

薄膜トランジスタを用いた集積回路と、アンテナとを有し、  
前記集積回路と前記アンテナとは、電氣的に接続するように一体形成されており、  
前記アンテナは、前記薄膜トランジスタを覆っている第 1 の樹脂上に形成されており

、  
前記アンテナが有する導線を覆うように、絶縁膜が形成されており、  
前記アンテナ及び前記絶縁膜を覆うように第 2 の樹脂が配置されおり、  
前記第 1 の樹脂及び前記第 2 の樹脂には、軟磁性材料を用いた微粒子が分散されている  
ことを特徴とする半導体装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項において、  
前記集積回路及び前記アンテナは、可撓性を有する基板上に形成されていることを特徴  
とする半導体装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項において、  
前記アンテナは、電気めっき法、無電解めっき法、印刷法または液滴吐出法を用いて形  
成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項において、  
前記導線は、第 1 の導電体と、前記第 1 の導電体を覆う第 2 の導電体とを有することを  
特徴とする半導体装置。

【請求項 13】

請求項 12 において、  
前記第 2 の導電体は、無電解めっき法、電気めっき法または液滴吐出法を用いて形成さ  
れていることを特徴とする半導体装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線での通信が可能な半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線で識別情報などのデータの送受信が可能なIDチップに代表される半導体装置は、様々な分野において実用化が進められており、新しい形態の通信情報端末としてさらなる市場の拡大が見込まれている。IDチップは、無線タグ、RFID(Radio frequency identification)タグ、ICタグとも呼ばれており、アンテナと、半導体基板を用いて形成された集積回路とを有しているタイプが、現在実用化されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところでIDチップは、別々に形成された集積回路とアンテナとを後に接続する場合と、集積回路とアンテナとを同一の基板上に連続して形成(一体形成)する場合とがある。

【0004】

別々に形成された集積回路とアンテナとを後に接続するIDチップの場合、集積回路とアンテナの接続箇所において不良が起りやすく、歩留まりを高めることが難しい。さらにIDチップは、用途によって紙、プラスチックなどの可撓性を有する素材(フレキシブルな素材)に取り付けられることも想定される。そのため、集積回路とアンテナとが良好に接続されたとしても、使用に際し、集積回路の形成されている基板に応力が加えられることがある。よって応力により接続箇所に不良が生じやすく、信頼性が低いという問題がある。

【0005】

一方、集積回路とアンテナとを一体形成するIDチップの場合、別々に形成する場合と異なり、接続箇所の不良が起りにくい。しかし、基板一枚あたりから得られるIDチップの数を確保しようとすると、自ずとアンテナを形成するためのエリアが限られてくる。そのため、アンテナの寸法を大きくすることが難しく、利得の高いアンテナを形成することが難しい。

【0006】

また一般的に集積回路を形成するのに用いられている半導体基板は、可撓性に乏しく、機械的強度が低いのが難点であるが、集積回路自体の面積を縮小化することで、機械的強度をある程度向上させることは可能である。しかしこの場合、回路規模の確保が難しくなり、IDチップの用途が制限されるので好ましくない。よって、集積回路の回路規模の確保を重要視すると、やみくもに集積回路の面積を縮小化することは妥当ではない。

【0007】

上記問題に鑑み、本発明は、アンテナの利得を高め、回路規模を抑えることなく集積回路の機械的強度を高めることができる、IDチップの提供を課題とする。さらに本発明は、該IDチップを用いた包装材、タグ、証書、紙幣及び有価証券に関する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のIDチップに代表される半導体装置は、薄膜の半導体膜で形成された半導体素子が用いられた集積回路と、該集積回路に接続されたアンテナとを有する。アンテナは、集積回路と一体形成されている方が、IDチップの機械的強度を高めることができるので望ましい。なおかつ本発明で用いるアンテナは、円状または螺旋状に巻かれた導線を有し、導線と導線の間、軟磁性材料を用いた微粒子が配置されている。具体的には、導線間に、軟磁性材料を用いた微粒子が分散された絶縁層が、配置されている。

【0009】

なお本発明では、導線を覆うように絶縁膜を形成し、該絶縁膜を間に挟むように、導線間に、軟磁性材料を用いた微粒子が分散された絶縁層が配置されていても良い。

【0010】

また本発明では、該絶縁層が導線を覆うように形成されていても良い。

【0011】

なお、集積回路及びアンテナは、基板上に直接形成されていても良いし、基板上に形成した後に剥離され、別途用意された基板に貼り合わされていても良い。集積回路の貼り合わせは、耐熱性の高い基板と集積回路の間に金属酸化膜を設け、該金属酸化膜を結晶化により脆弱化して集積回路を剥離し、貼り合わせる方法、耐熱性の高い基板と集積回路の間に剥離層を設け、レーザ光の照射またはエッチングにより該剥離層を除去することで基板と集積回路とを剥離し、貼り合わせる方法、集積回路が形成された耐熱性の高い基板を機械的に削除または溶液やガスによるエッチングで除去することで集積回路を基板から切り離し、貼り合わせる方法等、様々な方法を用いることができる。

【0012】

また、別途作製された集積回路どうしを貼り合わせることで、集積回路を積層し、回路規模やメモリの容量を大きくするようにしても良い。集積回路は半導体基板で作製したIDチップに比べて飛躍的に薄いので、複数の集積回路を積層させてもIDチップの機械的強度をある程度維持することができる。積層した集積回路どうしの接続は、フリップチップ法、TAB (Tape Automated Bonding) 法、ワイヤボンディング法などの、公知の接続方法を用いることができる。

【0013】

さらに本発明は、上記IDチップを用いた包装材、タグ、証書、紙幣及び有価証券もその範疇に含む。本発明において包装材とは、ラップ、ペットボトル、トレイ、カプセルなど、対象物を包装するために成形が可能な、或いは成形された支持体に相当する。また本発明においてタグとは、荷札、値札、名札など、該タグが付加される対象物の情報を有する札に相当する。また本発明において証書とは、戸籍謄本、住民票、パスポート、免許証、身分証、会員証、クレジットカード、キャッシュカード、プリペイドカード、診察券、定期券など、事実を証明する文書に相当する。また本発明において有価証券とは、手形、小切手、貨物引換証、船貨証券、倉庫証券、株券、債券、商品券、抵当証券など、私法上の財産権を表示する証券に相当する。

【発明の効果】

【0014】

軟磁性材料は透磁率が高く、保磁力が小さい磁性体である。よって、導線間に軟磁性材料を配置させることで、アンテナが含まれている平面と交差する磁束により、導線に含まれている導体に渦電流が発生するのを抑えることができる。よって、アンテナが含まれている平面と交差する磁束の損失を低減し、アンテナの相互インダクタンスを高めることができる。従って、IDチップの機械的強度を確保しつつ、アンテナの利得をも高めることができる。

【0015】

また、導線を覆うように軟磁性材料を含む絶縁層を形成することで、アンテナにおいて生じる磁束が、導線の近傍に配置されている導体により損失するのを抑えることができる。特に、IDチップを取り付ける対象物の表面に導体を用いられている場合、アンテナと該表面との間に、軟磁性材料を含む絶縁層が配置されるようにIDチップを取り付けることで、導体による磁束の損失を防ぐことができる。

【0016】

また集積回路とアンテナとを一体形成することで、別途、集積回路と、アンテナとを接続するため配線も、集積回路を作製する過程において、当該基板上に形成することができる。よって、IDチップ形成時における接続不良の発生を抑えることができる。さらに、可撓性を有する基板を用いる場合、該基板に応力が加えられることにより発生する接続不良をも抑えることができ、信頼性の向上に繋がる。

## 【0017】

また、薄膜の半導体膜で形成された半導体素子を用いて、集積回路を形成するので、可撓性を有する基板を用いることが可能であり、半導体基板を用いた集積回路ほど面積を小さくせずとも、高い機械的強度を得ることができる。よって、回路規模を抑えなくとも集積回路の機械的強度を高め、IDチップの用途範囲をより広げることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

## 【0019】

図1を用いて、本発明のIDチップの構成について説明する。図1(A)に、本発明のIDチップの一形態を斜視図で示す。また図1(B)に、図1(A)に示すIDチップの、A-A'における断面図を示す。100は集積回路、101はアンテナに相当し、アンテナ101は集積回路100に電氣的に接続されている。102は基板、103はカバー材に相当し、集積回路100及びアンテナ101は、基板102とカバー材103の間に挟まれている。

## 【0020】

なお図1(B)では、集積回路100に含まれる半導体素子の一例として、TFT（薄膜トランジスタ）104を示しているが、集積回路100に用いられる半導体素子はTFTに限定されない。例えば、TFTの他に、記憶素子、ダイオード、光電変換素子、抵抗素子、コイル、容量素子、インダクタなどを用いることができる。TFTを覆っている層間絶縁膜111上に、アンテナ101が形成されている。

## 【0021】

また本発明のIDチップは、アンテナ101を構成している導線105間に絶縁層106が形成されている。さらに本発明では図1(B)に示すように、導線105間のみならず、導線105を覆うように絶縁層106が形成されていても良い。

## 【0022】

次に、図1(B)の破線107で囲んだ、IDチップの断面の拡大図を、図1(C)に示す。絶縁層106には、絶縁体110に軟磁性材料の微粒子108を分散させたものを用いる。絶縁体110には、ポリイミド、エポキシ、アクリル、ポリアミド等の有機樹脂を用いることができる。また上記有機樹脂の他に、無機の樹脂、例えばシロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂（以下、シロキサン系樹脂と呼ぶ）等を用いることができる。シロキサン系樹脂は、置換基に水素の他、フッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち、少なくとも1種を有していても良い。

## 【0023】

また軟磁性材料を含ませることが可能であるならば、酸化珪素、窒化酸化珪素、窒化珪素などの無機絶縁膜も、絶縁体110として用いることが可能である。

## 【0024】

また微粒子108に用いられる軟磁性材料として、例えばFe、Co、Ni、または、これらのいずれか複数をを用いた合金の他、 $3Y_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3$  (YIG)、 $Fe_2O_3$ 、Fe-Si-Al合金、Fe-Cr合金、FeP系合金、NiまたはNi-Fe合金にMo、Cu、Cr、Nbのいずれかひとつまたは複数を加えたパーマロイ系合金を用いることができる。また軟磁性材料として、Mn-Znフェライトに代表されるソフトフェライトを用いることもできる。

## 【0025】

また図1(C)に示すように、本発明のIDチップは、絶縁層106と導線105との間に、導線105どうしを電氣的に分離するための絶縁膜（以下、分離用絶縁膜）109が形成されていても良い。絶縁層106内における軟磁性材料の含有率が高い場合、上記



分離用絶縁膜 109 は、導線 105 どうしを電氣的に分離するのに有効な手段である。

【0026】

なお、図 1 ではカバー材 103 を用いて ID チップの機械的強度を高めている例を示しているが、本発明の ID チップは必ずしもカバー材 103 を用いる必要はない。例えば、集積回路 100 及びアンテナ 101 を樹脂等で覆うことで、ID チップの機械的強度を高めるようにしても良い。また、絶縁層 106 の厚さを制御することで、ID チップの機械的強度を高めるようにしても良い。

【0027】

また、基板 102 の耐熱温度が、集積回路 100 の作製工程における熱処理に耐えうる程度であれば、基板 102 上に集積回路 100 及びアンテナ 101 を直接形成しても良い。ただし、基板 102 として、例えばプラスチック基板など耐熱性に劣る基板を用いる場合は、耐熱性を有する基板上に集積回路を形成した後、基板 102 に集積回路 100 及びアンテナ 101 を貼り合わせるようにしても良い。

【0028】

また、アンテナ 101 に用いられている導線 105 は、例えば Ag、Au、Cu、Pd、Cr、Mo、Ti、Ta、W、Al、Fe、Co、Zn、Sn、Ni などの金属、金属化合物を 1 つまたは複数有する導電材料を用いることができる。そして導線 105 は、例えば印刷法、フォトリソグラフィ法、めっき法、蒸着法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。なお液滴吐出法とは、所定の組成物を含む液滴を細孔から吐出して所定のパターンを形成する方法を意味し、インクジェット法などがその範疇に含まれる。また印刷法にはスクリーン印刷法、オフセット印刷法などが含まれる。

【0029】

また図 1 (C) では、導線 105 が単層の導電膜で形成されているが、複数の導電膜を用いて形成されていても良い。

【0030】

図 2 (A) に、パターンニングされた第 1 の導体 201 を形成した後に、第 1 の導体 201 を覆うように第 2 の導体 202 を形成し、第 1 の導体 201 及び第 2 の導体 202 を導線 105 として用いる場合の、導線 105 の断面図を示す。図 2 (A) では、フォトリソグラフィ法を用いて Ni で第 1 の導体 201 を形成した後、第 1 の導体 201 を覆うように、無電解めっき法を用いて Cu で第 2 の導体 202 を形成する。なお第 1 の導体 201 は、フォトリソグラフィ法その他、印刷法、蒸着法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。第 2 の導体 202 は、無電解めっき法その他、電気めっき法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。

【0031】

なお、第 1 の導体 201、第 2 の導体 202 に用いられる材料は、図 2 (A) に示した構成に限定されない。また、図 2 (A) では、第 1 の導体 201 を第 2 の導体 202 が覆っている構成を示しているが、第 1 の導体 201 を覆っている第 2 の導体 202 は単層であるとは限らない。複数の層が積層された第 2 の導体 202 が、第 1 の導体 201 を覆っていても良い。

【0032】

図 2 (B) に、複数の導電膜を積層した後、フォトリソグラフィ法を用いてパターンニングすることで、導線 105 を形成する場合の、導線 105 の断面図を示す。図 2 (B) では、Ti で形成された第 1 の導体 203 上に、Al で形成された第 2 の導体 204 が積層するように形成されている。

【0033】

なお、第 1 の導体 203、第 2 の導体 204 に用いられる材料は、図 2 (B) に示した構成に限定されない。また、図 2 (B) では、第 1 の導体 203 と第 2 の導体 204 が積層されている構成を示しているが、3 層以上の導体が積層するように、導線 105 が形成されていても良い。

【0034】

また図 2 (B) に示すように、積層された複数の導体を形成した後、図 2 (A) に示すように、別の導体で、該積層された複数の導体を覆うことで、導線 105 を形成するようにしても良い。

#### 【0035】

なお、絶縁層 106 は、必ずしも導線 105 を覆っている必要はなく、少なくとも導線 105 に接して形成されていれば良い。図 2 (C) に、導線 105 間に、選択的に絶縁層 106 を形成した場合の、導線 105 の断面図を示す。絶縁層 106 は、液滴吐出法または印刷法などを用いて形成することができる。図 2 (C) の場合、導線 105 及び絶縁層 106 を形成した後、導線 105 及び絶縁層 106 を覆うように、保護膜 205 を形成することが望ましい。保護膜 205 には、有機樹脂またはシロキサン系樹脂など無機の樹脂を用いた絶縁膜で形成することができる。

#### 【0036】

また、分離用絶縁膜 109 は、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD 法などを用いても形成することができるが、液滴吐出法または印刷法などを用いて選択的に形成することが可能である。

#### 【0037】

図 3 (A) に、液滴吐出法を用いて、導線 105 を覆うように分離用絶縁膜 301 を選択的に形成した例を示す。図 3 (A) の場合、分離用絶縁膜 301 として、有機樹脂またはシロキサン系樹脂など無機の樹脂を用いることができる。なお図 3 (A) の場合も、図 3 (B) に示すように、絶縁層 302 を導線 105 間に選択的に形成しても良い。

#### 【0038】

また、導線 105 と層間絶縁膜 111 との間に、バリア性の高い窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜などの絶縁膜を形成しても良い。図 3 (C) に、バリア性の高い窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜などの絶縁膜 303 が、導線 105 と層間絶縁膜 111 との間に形成された場合の、導線 105 の断面図を示す。バリア性の高い絶縁膜 303 を形成することで、例えば導線 105 に Cu などの半導体素子の特性に悪影響を及ぼすような金属が用いられていた場合、該金属が半導体素子の方に拡散するのを抑えることができる。

#### 【0039】

また、導線 105 に用いられている金属のみならず、絶縁層 106 内の微粒子に、半導体素子の特性に悪影響を及ぼすような金属が用いられている場合でも、該金属が半導体素子の方に拡散するのを抑えることができる。特に、導線 105 及び層間絶縁膜 111 を覆うように形成されている分離用絶縁膜 304 を、バリア性の高い窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜などの絶縁膜で形成することで、絶縁層 106 内の微粒子に用いられている金属が、半導体素子の方に拡散するのをより抑えることが可能になる。

#### 【0040】

次に、本発明の ID チップの詳しい作製方法について説明する。なお本実施の形態では、絶縁分離された TFT を半導体素子の一例として示すが、集積回路に用いられる半導体素子はこれに限定されず、あらゆる回路素子を用いることができる。

#### 【0041】

まず図 4 (A) に示すように、耐熱性を有する第 1 の基板 500 上に剥離層 501 を形成する。第 1 の基板 500 として、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、セラミック基板等を用いることができる。また、SUS 基板を含む金属基板または半導体基板を用いても良い。プラスチック等の可撓性を有する合成樹脂からなる基板は、一般的に上記基板と比較して耐熱温度が低い傾向にあるが、作製工程における処理温度に耐え得るのであれば用いることが可能である。

#### 【0042】

剥離層 501 は、非晶質シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコン、微結晶シリコン（セミアモルファスシリコンを含む）等、シリコンを主成分とする層を用いることができる。剥離層 501 は、スパッタ法、減圧 CVD 法、プラズマ CVD 法などを用いて形成することができる。本実施の形態では、膜厚 50 nm 程度の非晶質シリコンを減圧 CVD 法で

形成し、剥離層 501 として用いる。なお剥離層 501 はシリコンに限定されず、エッチングにより選択的に除去できる材料で形成すれば良い。剥離層 501 の膜厚は、10~100 nm とするのが望ましい。セミアモルファスシリコンに関しては、30~50 nm としてもよい。

#### 【0043】

次に、剥離層 501 上に、下地膜 502 を形成する。下地膜 502 は第 1 の基板 500 中に含まれる Na などのアルカリ金属やアルカリ土類金属が、半導体膜中に拡散し、TFT などの半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのを防ぐために設ける。また下地膜 502 は、後の半導体素子を剥離する工程において、半導体素子を保護する役目も有している。下地膜 502 は単層であっても複数の絶縁膜を積層したものであっても良い。よってアルカリ金属やアルカリ土類金属の半導体膜への拡散を抑えることができる酸化珪素や、窒化珪素、窒化酸化珪素などの絶縁膜を用いて形成する。

#### 【0044】

本実施の形態では、膜厚 100 nm の SiON 膜、膜厚 50 nm の SiNO 膜、膜厚 100 nm の SiON 膜を順に積層して下地膜 502 を形成するが、各膜の材質、膜厚、積層数は、これに限定されるものではない。例えば、下層の SiON 膜に代えて、膜厚 0.5~3  $\mu$ m のシロキサン系樹脂をスピンコート法、スリットコーター法、液滴吐出法、印刷法などによって形成しても良い。また、中層の SiNO 膜に代えて、窒化珪素膜 (SiN<sub>x</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等) を用いてもよい。また、上層の SiON 膜に代えて、SiO<sub>2</sub> 膜を用いてもよい。また、それぞれの膜厚は、0.05~3  $\mu$ m とするのが望ましく、その範囲から自由に選択することができる。

#### 【0045】

或いは、剥離層 501 に最も近い、下地膜 502 の下層を SiON 膜または SiO<sub>2</sub> 膜で形成し、中層をシロキサン系樹脂で形成し、上層を SiO<sub>2</sub> 膜で形成しても良い。

#### 【0046】

ここで、酸化珪素膜は、SiH<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>、TEOS (テトラエトキシシラン) /O<sub>2</sub> 等の混合ガスを用い、熱 CVD、プラズマ CVD、常圧 CVD、バイアス ECRCVD 等の方法によって形成することができる。また、窒化珪素膜は、代表的には、SiH<sub>4</sub>/NH<sub>3</sub> の混合ガスを用い、プラズマ CVD によって形成することができる。また、酸化窒化珪素膜 (SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>: x>y)、窒化酸化珪素膜 (SiN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>: x>y) は、代表的には、SiH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub>O の混合ガスを用い、プラズマ CVD によって形成することができる。

#### 【0047】

次に、下地膜 502 上に半導体膜 503 を形成する。半導体膜 503 は、下地膜 502 を形成した後、大気に曝さずに形成することが望ましい。半導体膜 503 の膜厚は 20~200 nm (望ましくは 40~170 nm、好ましくは 50~150 nm) とする。なお半導体膜 503 は、非晶質半導体であっても良いし、セミアモルファス半導体であっても良いし、多結晶半導体であっても良い。また半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができる。シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は 0.01~4.5 atomic% 程度であることが好ましい。

#### 【0048】

なお半導体膜 503 は、公知の技術により結晶化しても良い。公知の結晶化方法としては、レーザ光を用いたレーザ結晶化法、触媒元素を用いる結晶化法がある。或いは、触媒元素を用いる結晶化法とレーザ結晶化法とを組み合わせることもできる。また、第 1 の基板 500 として石英のような耐熱性に優れている基板を用いる場合、電熱炉を使用した熱結晶化方法、赤外光を用いたランプアニール結晶化法、触媒元素を用いる結晶化法と、950℃程度の高温度アニールを組み合わせた結晶法を用いても良い。

#### 【0049】

例えばレーザ結晶化を用いる場合、レーザ結晶化の前に、レーザに対する半導体膜 503 の耐性を高めるために、500℃、1時間の熱アニールを該半導体膜 503 に対して行なう。そして連続発振が可能な固体レーザを用い、基本波の第 2 高調波~第 4 高調波のレ

ーザ光を照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、代表的には、Nd:YVO<sub>4</sub> レーザ（基本波 1064 nm）の第2高調波（532 nm）や第3高調波（355 nm）を用いるのが望ましい。具体的には、連続発振のYVO<sub>4</sub> レーザから射出されたレーザ光を非線形光学素子により高調波に変換し、出力10Wのレーザ光を得る。そして、好ましくは光学系により照射面にて矩形状または楕円形状のレーザ光に成形して、半導体膜503に照射する。このときのエネルギー密度は0.01~100 MW/cm<sup>2</sup>程度（好ましくは0.1~10 MW/cm<sup>2</sup>）が必要である。そして、走査速度を10~2000 cm/sec程度とし、照射する。

#### 【0050】

また、パルス発振のレーザ光の発振周波数を10 MHz以上とし、通常用いられている数十Hz~数百Hzの周波数帯よりも著しく高い周波数帯を用いてレーザ結晶化を行なっても良い。パルス発振でレーザ光を半導体膜に照射してから半導体膜が完全に固化するまでの時間は数十nsec~数百nsecとされている。よって上記周波数を用いることで、半導体膜がレーザ光によって熔融してから固化するまでに、次のパルスのレーザ光を照射できる。したがって、半導体膜中において固液界面を連続的に移動させることができるので、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を有する半導体膜が形成される。具体的には、含まれる結晶粒の走査方向における幅が10~30 μm、走査方向に対して垂直な方向における幅が1~5 μm程度の結晶粒の集合を形成することができる。該走査方向に沿って長く伸びた単結晶の結晶粒を形成することで、少なくともTF Tのチャネル方向には結晶粒界のほとんど存在しない半導体膜の形成が可能となる。

#### 【0051】

なおレーザ結晶化は、連続発振の基本波のレーザ光と連続発振の高調波のレーザ光とを並行して照射するようにしても良いし、連続発振の基本波のレーザ光とパルス発振の高調波のレーザ光とを並行して照射するようにしても良い。

#### 【0052】

なお、希ガスや窒素などの不活性ガス雰囲気中でレーザ光を照射するようにしても良い。これにより、レーザ光照射による半導体表面の荒れを抑えることができ、界面準位密度のばらつきによって生じる閾値のばらつきを抑えることができる。

#### 【0053】

上述したレーザ光の照射により、結晶性がより高められた半導体膜503が形成される。なお、予め多結晶半導体を、スパッタ法、プラズマCVD法、熱CVD法などで形成するようにしても良い。

#### 【0054】

また本実施の形態では半導体膜503を結晶化しているが、結晶化せずに非晶質珪素膜または微結晶半導体膜のまま、後述のプロセスに進んでも良い。非晶質半導体、微結晶半導体を用いたTF Tは、多結晶半導体を用いたTF Tよりも作製工程が少ない分、コストを抑え、歩留まりを高くすることができるというメリットを有している。

#### 【0055】

非晶質半導体は、珪化物気体をグロー放電分解することにより得ることができる。代表的な珪化物気体としては、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>が挙げられる。この珪化物気体を、水素、水素とヘリウムで希釈して用いても良い。

#### 【0056】

なおセミアモルファス半導体とは、非晶質半導体と結晶構造を有する半導体（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造の半導体を含む膜である。このセミアモルファス半導体は、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質なものであり、その粒径を0.5~20 nmとして非単結晶半導体中に分散させて存在せしめることが可能である。セミアモルファス半導体は、そのラマンスペクトルが520 cm<sup>-1</sup>よりも低波数側にシフトしており、またX線回折ではSi結晶格子に由来するとされる（111）、（220）の回折ピークが観測される。また、未結合手（ダングリングボンド）の中和剤として水素またはハロゲンを少なくとも1原子%また

はそれ以上含ませている。ここでは便宜上、このような半導体をセミアモルファス半導体 (SAS) と呼ぶ。さらに、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで安定性が増し良好なセミアモルファス半導体を得られる。

#### 【0057】

またSASは珪化物気体をグロー放電分解することにより得ることができる。代表的な珪化物気体としては、 $\text{SiH}_4$ であり、その他にも $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiF}_4$ などを用いることができる。また水素や、水素にヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種または複数種の希ガス元素を加えたガスで、この珪化物気体を希釈して用いることで、SASの形成を容易なものとすることができる。希釈率は2倍～1000倍の範囲で珪化物気体を希釈することが好ましい。またさらに、珪化物気体中に、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ などの炭化物気体、 $\text{GeH}_4$ 、 $\text{GeF}_4$ などのゲルマニウム化気体、 $\text{F}_2$ などを混入させて、エネルギーバンド幅を1.5～2.4 eV、若しくは0.9～1.1 eVに調節しても良い。

#### 【0058】

例えば、 $\text{SiH}_4$ に $\text{H}_2$ を添加したガスを用いる場合、或いは $\text{SiH}_4$ に $\text{F}_2$ を添加したガスを用いる場合、形成したセミアモルファス半導体を用いてTF Tを作製すると、該TF Tのサブスレッショルド係数 (S値) を0.35 V/sec以下、代表的には0.25～0.09 V/secとし、移動度を $10 \text{ cm}^2/\text{V sec}$ とすることができる。そして上記セミアモルファス半導体を用いたTF Tで、例えば19段リングオシレータを形成した場合、電源電圧3～5 Vにおいて、その発振周波数は1 MHz以上、好ましくは100 MHz以上の特性を得ることができる。また電源電圧3～5 Vにおいて、インバータ1段あたりの遅延時間は26 ns、好ましくは0.26 ns以下とすることができる。

#### 【0059】

次に、図4 (B) に示すように、半導体膜503をパターンニングし、島状の半導体膜504～506を形成する。そして、島状の半導体膜504～506を覆うように、ゲート絶縁膜507を形成する。ゲート絶縁膜507は、プラズマCVD法又はスパッタリング法などを用い、窒化珪素、酸化珪素、窒化酸化珪素又は酸化窒化珪素を含む膜を、単層で、又は積層させて形成することができる。積層する場合には、例えば、基板側から酸化珪素膜、窒化珪素膜、酸化珪素膜の3層構造とするのが好ましい。

#### 【0060】

次に図4 (C) に示すように、ゲート電極510～512を形成する。本実施の形態では、n型を付与する不純物がドーピングされたSi、WN、Wをスパッタ法で順に積層するように形成した後、レジスト513をマスクとしてエッチングを行なうことにより、ゲート電極510～512を形成する。勿論、ゲート電極510～512の材料、構造、作製方法は、これに限定されるものではなく、適宜選択することができる。例えば、n型を付与する不純物がドーピングされたSiとNiSi (ニッケルシリサイド) との積層構造、n型を付与する不純物がドーピングされたSiとWSixとの積層構造、TaN (窒化タンタル) とW (タングステン) の積層構造としてもよい。また、種々の導電材料を用いて単層で形成しても良い。

#### 【0061】

また、レジストマスクの代わりに、 $\text{SiO}_x$ 等のマスクを用いてもよい。この場合、パターンニングして $\text{SiO}_x$ 、 $\text{SiON}$ 等のマスク (ハードマスクと呼ばれる。) を形成する工程が加わるが、エッチング時におけるマスクの膜減りがレジストよりも少ないため、所望の幅のゲート電極510～512を形成することができる。また、レジスト513を用いずに、液滴吐出法を用いて選択的にゲート電極510～512を形成しても良い。

#### 【0062】

導電材料としては、導電膜の機能に応じて種々の材料を選択することができる。また、ゲート電極とアンテナとを同時に形成する場合には、それらの機能を考慮して材料を選択すればよい。

## 【0063】

なお、ゲート電極をエッチング形成する際のエッチングガスとしては、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ の混合ガスや $\text{Cl}_2$ ガスを用いたが、これに限定されるものではない。

## 【0064】

次に図4(D)に示すように、pチャネル型TFTとなる島状の半導体膜505をレジスト514で覆い、ゲート電極510、512をマスクとして、島状の半導体膜504、506に、n型を付与する不純物元素(代表的にはP(リン)又はAs(砒素))を低濃度にドーピングする(第1のドーピング工程)。第1のドーピング工程の条件は、ドーピング量： $1 \times 10^{13} \sim 6 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ 、加速電圧：50～70keVとしたが、これに限定されるものではない。この第1のドーピング工程によって、ゲート絶縁膜507を介してドーピングがなされ、島状の半導体膜504、506に、一对の低濃度不純物領域516、517が形成される。なお、第1のドーピング工程は、pチャネル型TFTとなる島状の半導体膜505をレジストで覆わずに行っても良い。

## 【0065】

次に図4(E)に示すように、レジスト514をアッシング等により除去した後、nチャネル型TFTとなる島状の半導体膜504、506を覆うように、レジスト518を新たに形成し、ゲート電極511をマスクとして、島状の半導体膜505に、p型を付与する不純物元素(代表的にはB(ホウ素))を高濃度にドーピングする(第2のドーピング工程)。第2のドーピング工程の条件は、ドーピング量： $1 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 、加速電圧：20～40keVとして行なう。この第2のドーピング工程によって、ゲート絶縁膜507を介してドーピングがなされ、島状の半導体膜505に、一对のp型の高濃度不純物領域519が形成される。

## 【0066】

次に図5(A)に示すように、レジスト518をアッシング等により除去した後、ゲート絶縁膜507及びゲート電極510～512を覆うように、絶縁膜520を形成する。本実施の形態では、膜厚100nmの $\text{SiO}_2$ 膜をプラズマCVD法によって形成する。その後、エッチバック法により、絶縁膜520、ゲート絶縁膜507を部分的にエッチングし、図5(B)に示すように、ゲート電極510～512の側壁に接するように、サイドウォール522～524を自己整合的(セルフアライン)に形成する。エッチングガスとしては、 $\text{CHF}_3$ とHeの混合ガスを用いる。なお、サイドウォールを形成する工程は、これらに限定されるものではない。

## 【0067】

なお、絶縁膜520を形成した時に、第1の基板500の裏面にも絶縁膜が形成された場合には、レジストを用い、裏面に形成された絶縁膜を選択的にエッチングし、除去するようにしても良い。この場合、用いられるレジストは、サイドウォール522～524をエッチバック法で形成する際に、絶縁膜520、ゲート絶縁膜507と共にエッチングして、除去するようにしても良い。

## 【0068】

次に図5(C)に示すように、pチャネル型TFTとなる島状の半導体膜505を覆うように、レジスト525を新たに形成し、ゲート電極510、512及びサイドウォール522、524をマスクとして、n型を付与する不純物元素(代表的にはP又はAs)を高濃度にドーピングする(第3のドーピング工程)。第3のドーピング工程の条件は、ドーピング量： $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ 、加速電圧：60～100keVとして行なう。この第3のドーピング工程によって、島状の半導体膜504、506に、一对のn型の高濃度不純物領域527、528が形成される。

## 【0069】

なおサイドウォール522、524は、後に高濃度のn型を付与する不純物をドーピングし、サイドウォール522、524の下部に低濃度不純物領域又はノンドープのオフセット領域を形成する際のマスクとして機能するものである。よって、低濃度不純物領域又はオフセット領域の幅を制御するには、サイドウォール522、524を形成する際のエ

ツチバック法の条件または絶縁膜 520 の膜厚を適宜変更し、サイドウォール 522、524 のサイズを調整すればよい。

#### 【0070】

次に、レジスト 525 をアッシング等により除去した後、不純物領域の熱活性化を行っても良い。例えば、50 nm の SiON 膜を成膜した後、550℃、4 時間、窒素雰囲気下において、加熱処理を行なえばよい。

#### 【0071】

また、水素を含む SiN<sub>x</sub> 膜を、100 nm の膜厚に形成した後、410℃、1 時間、窒素雰囲気下において、加熱処理を行ない、島状の半導体膜 504～506 を水素化する工程を行なっても良い。或いは、水素を含む雰囲気中で、300～450℃で 1～12 時間の熱処理を行ない、島状の半導体膜 504～506 を水素化する工程を行なっても良い。また、水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。この水素化の工程により、熱的に励起された水素によりダングリングボンドを終端することができる。また、後の工程において可撓性を有する第 2 の基板 548 上に半導体素子を貼り合わせた後、第 2 の基板 548 を曲げることにより半導体膜中に欠陥が形成されたとしても、水素化により半導体膜中の水素の濃度を、 $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$  好ましくは  $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$  とすることで、半導体膜に含まれている水素によって該欠陥を終端させることができる。また該欠陥を終端させるために、半導体膜中にハロゲンを含ませても良い。

#### 【0072】

上述した一連の工程により、n チャネル型 TFT 529、p チャネル型 TFT 530、n チャネル型 TFT 531 が形成される。上記作製工程において、エッチバック法の条件または絶縁膜 520 の膜厚を適宜変更し、サイドウォールのサイズを調整することで、チャネル長  $0.2 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$  の TFT を形成することができる。なお、本実施の形態では、TFT 529～531 をトップゲート構造としたが、ボトムゲート構造（逆スタガ構造）としてもよい。

#### 【0073】

さらに、この後、TFT 529～531 を保護するためのパッシベーション膜を形成しても良い。パッシベーション膜は、アルカリ金属やアルカリ土類金属の TFT 529～531 への侵入を防ぐことができる、窒化珪素、窒化酸化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化珪素などを用いるのが望ましい。具体的には、例えば膜厚 600 nm 程度の SiON 膜を、パッシベーション膜として用いることができる。この場合、水素化処理工程は、該 SiON 膜形成後に行っても良い。このように、TFT 529～531 上には、SiON/SiN<sub>x</sub>/SiON の 3 層の絶縁膜が形成されることになるが、その構造や材料はこれらに限定されるものではない。上記構成を用いることで、TFT 529～531 が下地膜 502 とパッシベーション膜とで覆われるため、Na などのアルカリ金属やアルカリ土類金属が、半導体素子に用いられている半導体膜中に拡散し、半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのをより防ぐことができる。

#### 【0074】

次に図 5 (D) に示すように、TFT 529～531 を覆うように、第 1 の層間絶縁膜 533 を形成する。第 1 の層間絶縁膜 533 は、ポリイミド、アクリル、ポリアミド等の、耐熱性を有する有機樹脂を用いることができる。また上記有機樹脂の他に、低誘電率材料（low-k 材料）、シロキサン系材料等を用いることができる。シロキサン系樹脂は、置換基に水素の他、フッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち少なくとも 1 種を有していても良い。第 1 の層間絶縁膜 533 の形成には、その材料に応じて、スピンコート、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法（インクジェット法、スクリーン印刷、オフセット印刷等）、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコーター等を採用することができる。また、無機材料を用いてもよく、その際には、酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、PSG（リンガラス）、BPSG（リンボロンガラス）、アルミナ膜等を用いることができる。なお、これらの絶縁膜を積層させて、第 1 の層間絶縁膜 533 を

形成しても良い。

#### 【0075】

さらに本実施の形態では、第1の層間絶縁膜533上に、第2の層間絶縁膜534を形成する。第2の層間絶縁膜534としては、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）或いは窒化炭素（CN）等の炭素を有する膜、又は、酸化珪素膜、窒化珪素膜或いは窒化酸化珪素膜等を用いることができる。形成方法としては、プラズマCVD法や、大気圧プラズマ等を用いることができる。あるいは、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン等の感光性又は非感光性の有機材料や、シロキサン系樹脂等を用いてもよい。

#### 【0076】

なお、第1の層間絶縁膜533又は第2の層間絶縁膜534と、後に形成される配線を構成する導電材料等との熱膨張率の差から生じる応力によって、第1の層間絶縁膜533又は第2の層間絶縁膜534の膜剥がれや割れが生じるのを防ぐために、第1の層間絶縁膜533又は第2の層間絶縁膜534中にフィラーを混入させておいても良い。

#### 【0077】

次に図5（D）に示すように、第1の層間絶縁膜533及び第2の層間絶縁膜534にコンタクトホールを形成し、TF T 5 2 9～5 3 1に接続する配線535～539を形成する。コンタクトホール開孔時のエッチングに用いられるガスは、 $\text{CHF}_3$ とHeの混合ガスを用いたが、これに限定されるものではない。本実施の形態では、配線535～539を、Alで形成する。なお配線535～539をTi\TiN\Al-Si\Ti\TiNの5層構造とし、スパッタ法を用いて形成しても良い。

#### 【0078】

なお、Alにおいて、Siを混入させることにより、配線パターニング時のレジストベークにおけるヒロックの発生を防止することができる。また、Siの代わりに、0.5%程度のCuを混入させても良い。また、TiやTiNでAl-Si層をサンドイッチすることにより、耐ヒロック性がさらに向上する。なお、パターニング時には、SiON等からなる上記ハードマスクを用いるのが望ましい。なお、配線の材料や、形成方法はこれらに限定されるものではなく、前述したゲート電極に用いられる材料を採用しても良い。

#### 【0079】

なお、配線535、536はnチャネル型TF T 5 2 9の高濃度不純物領域527に、配線536、537はpチャネル型TF T 5 3 0の高濃度不純物領域519に、配線538、539はnチャネル型TF T 5 3 1の高濃度不純物領域528に、それぞれ接続されている。

#### 【0080】

次に図5（E）に示すように、配線535～539を覆うように、第2の層間絶縁膜534上に第3の層間絶縁膜540を形成する。第3の層間絶縁膜540は、配線535の一部が露出するような開口部を有する。また第3の層間絶縁膜540は、有機樹脂膜、無機絶縁膜またはシロキサン系絶縁膜を用いて形成することができる。有機樹脂膜ならば、例えばアクリル、ポリイミド、ポリアミドなど、無機絶縁膜ならば酸化珪素、窒化酸化珪素などを用いることができる。なお開口部を形成するのに用いるマスクを、液滴吐出法または印刷法で形成することができる。また第3の層間絶縁膜540自体を、液滴吐出法または印刷法で形成することもできる。

#### 【0081】

次に、アンテナ541を第3の層間絶縁膜540上に形成する。アンテナ541は、Ag、Au、Cu、Pd、Cr、Mo、Ti、Ta、W、Al、Fe、Co、Zn、Sn、Niなどの金属、金属化合物を1つまたは複数有する導電材料を用いることができる。そしてアンテナ541は、配線535と接続されている。なお図5（E）では、アンテナ541が配線535と直接接続されているが、本発明のIDチップはこの構成に限定されない。例えば別途形成した配線を用いて、アンテナ541と配線535とを電氣的に接続するようにしても良い。



## 【0082】

アンテナ541は印刷法、フォトリソグラフィ法、めっき法、蒸着法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。本実施の形態では、アンテナ541が単層の導電膜で形成されているが、複数の導電膜が積層されたアンテナ541を形成することも可能である。

## 【0083】

印刷法、液滴吐出法を用いることで、露光用のマスクを用いずとも、アンテナ541を形成することが可能になる。また、液滴吐出法、印刷法だと、フォトリソグラフィ法と異なり、エッチングにより除去されてしまうような材料の無駄がない。また高価な露光用のマスクを用いなくとも良いので、IDチップの作製に費やされるコストを抑えることができる。

## 【0084】

液滴吐出法または各種印刷法を用いる場合、例えば、CuをAgでコートした導電粒子なども用いることが可能である。なお液滴吐出法を用いてアンテナ541を形成する場合、該アンテナ541の密着性が高まるような処理を、第3の層間絶縁膜540の表面に施すことが望ましい。

## 【0085】

密着性を高めるための処理として、具体的には、例えば触媒作用により導電膜または絶縁膜の密着性を高めることができる金属または金属化合物を第3の層間絶縁膜540の表面に付着させる方法、形成される導電膜または絶縁膜との密着性が高い有機系の絶縁膜、金属、金属化合物を第3の層間絶縁膜540の表面に付着させる方法、第3の層間絶縁膜540の表面に大気圧下または減圧下においてプラズマ処理を施し、表面改質を行なう方法などが挙げられる。また、上記導電膜または絶縁膜との密着性が高い金属として、チタン、チタン酸化物の他、3d遷移元素であるSc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Znなどが挙げられる。また金属化合物として、上述した金属の酸化物、窒化物、酸窒化物などが挙げられる。上記有機系の絶縁膜として、例えばポリイミド、シロキサン系樹脂等が挙げられる。

## 【0086】

第3の層間絶縁膜540に付着させる金属または金属化合物が導電性を有する場合、アンテナの正常な動作が妨げられないように、そのシート抵抗を制御する。具体的には、導電性を有する金属または金属化合物の平均の厚さを、例えば1~10nmとなるように制御したり、該金属または金属化合物を酸化により部分的に、または全体的に絶縁化したりすれば良い。或いは、密着性を高めたい領域以外は、付着した金属または金属化合物をエッチングにより選択的に除去しても良い。また金属または金属化合物を、予め基板の全面に付着させるのではなく、液滴吐出法、印刷法、ゾルゲル法などを用いて特定の領域にのみ選択的に付着させても良い。なお金属または金属化合物は、第3の層間絶縁膜540の表面において完全に連続した膜状である必要はなく、ある程度分散した状態であっても良い。

## 【0087】

なおアンテナ541を形成したら、図6(A)に示すように、アンテナ541を覆うように、分離用絶縁膜542を形成する。分離用絶縁膜542には、有機樹脂、無機絶縁膜、シロキサン系樹脂などを用いることができる。無機絶縁膜として、具体的には、例えばDLC膜、窒化炭素膜、酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜、窒化珪素膜、AlN<sub>x</sub>膜またはAlN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>膜等を用いることができる。また、例えば窒化炭素膜と窒化珪素を積層した膜、ポリスチレンを積層した膜などを、分離用絶縁膜542として用いても良い。本実施の形態では、分離用絶縁膜542として窒化珪素膜を用いる。

## 【0088】

次に図7(C)に示すように、分離用絶縁膜542を覆うように、保護層543を形成する。保護層543は、後に剥離層501をエッチングにより除去する際に、TF529~531及び配線535~539を保護することができる材料を用いる。例えば、水ま

たはアルコール類に可溶なエポキシ系、アクリレート系、シリコン系の樹脂を全面に塗布することで保護層 543 を形成することができる。

#### 【0089】

本実施の形態では、スピンコート法で水溶性樹脂（東亜合成製：VL-WSHL10）を膜厚  $30\mu\text{m}$  となるように塗布し、仮硬化させるために 2 分間の露光を行ったあと、紫外線を裏面から 2.5 分、表面から 10 分、合計 12.5 分の露光を行って本硬化させて、保護層 543 を形成する。なお、複数の有機樹脂を積層する場合、有機樹脂同士では使用している溶媒によって塗布または焼成時に一部溶解したり、密着性が高くなりすぎたりする恐れがある。従って、分離用絶縁膜 542 と保護層 543 を共に同じ溶媒に可溶な有機樹脂を用いる場合、後の工程において保護層 543 の除去がスムーズに行なわれるように、分離用絶縁膜 542 を覆うように、無機絶縁膜（ $\text{SiN}_x$  膜、 $\text{SiN}_x\text{O}_y$  膜、 $\text{AlN}_x$  膜、または  $\text{AlN}_x\text{O}_y$  膜）を形成しておくことが好ましい。

#### 【0090】

次に図 6 (B) に示すように、ID チップどうしを分離するために溝 546 を形成する。溝 546 は、剥離層 501 が露出する程度の深さを有していれば良い。溝 546 の形成は、ダイシング、スクライビング、フォトリソグラフィ法などを用いることができる。なお、第 1 の基板 500 上に形成されている ID チップを分離する必要がない場合、必ずしも溝 546 を形成する必要はない。

#### 【0091】

次に図 6 (C) に示すように、剥離層 501 をエッチングにより除去する。本実施の形態では、エッチングガスとしてハロゲン化フッ素を用い、該ガスを溝 546 から導入する。本実施の形態では、例えば  $\text{CF}_3$ （三フッ化塩素）を用い、温度： $350^\circ\text{C}$ 、流量： $300\text{ sccm}$ 、気圧： $6\text{ Torr}$ 、時間： $3\text{ h}$  の条件で行なう。また、 $\text{CF}_3$  ガスに窒素を混ぜたガスを用いても良い。 $\text{CF}_3$  等のハロゲン化フッ素を用いることで、剥離層 501 が選択的にエッチングされ、第 1 の基板 500 を TFT 529～531 から剥離することができる。なおハロゲン化フッ素は、気体であっても液体であってもどちらでも良い。

#### 【0092】

次に図 7 (A) に示すように、剥離された TFT 529～531 を、接着剤 547 を用いて第 2 の基板 548 に貼り合わせる。接着剤 547 は、第 2 の基板 548 と下地膜 502 とを貼り合わせることができる材料を用いる。接着剤 547 は、例えば反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。

#### 【0093】

第 2 の基板 548 として、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、可撓性を有する紙またはプラスチックなどの有機材料を用いることができる。または第 2 の基板 548 として、フレキシブルな無機材料を用いても良い。プラスチック基板は、極性基のついたポリノルボルネンからなる ARTON（JSR 製）を用いることができる。また、ポリエチレンテレフタレート（PET）に代表されるポリエステル、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリカーボネート（PC）、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリスルホン（PSF）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアリレート（PAR）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリイミド、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリ酢酸ビニル、アクリル樹脂などが挙げられる。第 2 の基板 548 は集積回路において発生した熱を拡散させるために、 $2\sim 30\text{ W/mK}$  程度の高い熱伝導率を有する方が望ましい。

#### 【0094】

次に図 7 (A) に示すように、分離用絶縁膜 542 を覆うように、絶縁層 549 を形成する。絶縁層 549 は、軟磁性材料で形成された微粒子 551 が分散された、絶縁体 550 を用いている。絶縁体 550 には、ポリイミド、エポキシ、アクリル、ポリアミド等の

有機樹脂を用いることができる。また上記有機樹脂の他に、無機の樹脂、例えばシロキサン系材料等を用いることができる。シロキサン系樹脂は、置換基に水素の他、フッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち、少なくとも1種を有していても良い。

#### 【0095】

また微粒子551に用いられる軟磁性材料として、例えばFe、Co、Ni、または、これらのいずれか複数を用いた合金の他、 $3Y_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3$  (YIG)、 $Fe_2O_3$ 、Fe-Si-Al合金、Fe-Cr合金、FeP系合金、NiまたはNi-Fe合金にMo、Cu、Cr、Nbのいずれかひとつまたは複数を加えたパーマロイ系合金を用いることができる。また軟磁性材料として、Mn-Znフェライトに代表されるソフトフェライトを用いることもできる。

#### 【0096】

微粒子551の濃度、比表面積は、用いる軟磁性材料によって適宜調整することが望ましい。軟磁性材料の濃度が高すぎると、絶縁層549の抵抗が下がることで渦電流による磁束の損失が生じてしまい、インダクタンスを高めにくい。逆に、軟磁性材料の濃度が低すぎても、絶縁層549全体の透磁率が低すぎて、アンテナ541のインダクタンスを高めにくい。また微粒子551の比表面積は、小さすぎると微粒子551の径が大きくなりすぎるため、アンテナ541を構成している導線間に微粒子551を均一に分散させることが難しくなる。逆に微粒子551の比表面積が大きすぎると、微粒子551が凝集しやすくなり、これもまた、導線間に微粒子551を均一に分散させることが難しくなる。軟磁性材料として $Fe_2O_3$ を用いる場合、例えば微粒子551の比表面積が $50 \sim 300 m^2/g$ 、濃度が $40 \sim 50 mol\%$ となるように、絶縁層549を形成することができる。

#### 【0097】

次に、接着剤552を絶縁層549上に塗布し、カバー材553を貼り合わせる。カバー材553は第2の基板548と同様の材料を用いることができる。接着剤552の厚さは、例えば $10 \sim 200 \mu m$ とすれば良い。

#### 【0098】

また接着剤552は、カバー材553と絶縁層549とを貼り合わせることができる材料を用いる。接着剤552は、例えば反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。

#### 【0099】

なお本実施の形態では、接着剤552を用いて、カバー材553を絶縁層549に貼り合わせているが、本発明はこの構成に限定されない。絶縁層549が有する絶縁体550に、接着剤としての機能を有する樹脂を用いることで、絶縁層549とカバー材553とを直接貼り合わせることも可能である。

#### 【0100】

また本実施の形態では、図7(B)に示すように、カバー材553を用いる例を示しているが、本発明はこの構成に限定されない。例えば図7(A)に示した工程までで終了としても良い。

#### 【0101】

上述した各工程を経て、IDチップが完成する。上記作製方法によって、トータルの膜厚 $0.3 \mu m$ 以上 $3 \mu m$ 以下、代表的には $2 \mu m$ 程度の飛躍的に薄い集積回路を第2の基板548とカバー材553との間に形成することができる。なお集積回路の厚さは、半導体素子自体の厚さのみならず、接着剤547と接着剤552間に形成された各種絶縁膜及び層間絶縁膜の厚さを含め、アンテナは含まないものとする。またIDチップが有する集積回路の占める面積を、 $5 mm$ 四方( $25 mm^2$ )以下、より望ましくは $0.3 mm$ 四方( $0.09 mm^2$ ) $\sim 4 mm$ 四方( $16 mm^2$ )程度とすることができる。

#### 【0102】

なお集積回路を、第2の基板548とカバー材553の間のより中央に位置させること

で、IDチップの機械的強度を高めることができる。具体的には、第2の基板548とカバー材553の間の距離をdとすると、集積回路の厚さ方向における中心と第2の基板548との間の距離xが、以下の数1に示す式を満たすように、接着剤547、接着剤552の厚さを制御することが望ましい。

【0103】

【数1】

$$\frac{1}{2}d - 30\mu m < x < \frac{1}{2}d + 30\mu m$$

【0104】

また好ましくは、以下の数2に示す式を満たすように、接着剤547、接着剤552の厚さを制御する。

【0105】

【数2】

$$\frac{1}{2}d - 10\mu m < x < \frac{1}{2}d + 10\mu m$$

【0106】

また、図8に示すように、集積回路におけるTFTの島状の半導体膜から下部の下地膜までの距離( $t_{\text{under}}$ )と、島状の半導体膜から上部の第3の層間絶縁膜540までの距離( $t_{\text{over}}$ )が、等しく又は概略等しくなるように、下地膜502、第1の層間絶縁膜533、第2の層間絶縁膜534または第3の層間絶縁膜540の厚さを調整しても良い。このようにして、島状の半導体膜を集積回路の中央に配置せしめることで、半導体層への応力を緩和することができ、クラックの発生を防止することができる。

【0107】

また本実施の形態では、アンテナを覆うように絶縁層が形成されているのみであるが、本発明はこの構成に限定されない。アンテナと第2の基板との間に、軟磁性材料が分散された絶縁層が形成されていても良い。図17に、第2の層間絶縁膜1701上に第3の層間絶縁膜1704が形成されており、なおかつ該第3の層間絶縁膜1704は2層の絶縁膜1702、1703が順に積層されるように形成されている場合の、IDチップの断面図を示す。第3の層間絶縁膜1704上にはアンテナ1705が形成されている。そして、絶縁膜1702、1703のうち、最もアンテナ1705に近い絶縁膜1703には、軟磁性材料で形成された微粒子が分散されている。よって図17において、絶縁膜1703は本発明の絶縁層に相当する。さらに図17に示すIDチップでは、アンテナ1705が分離用絶縁膜1706に覆われており、アンテナ1705及び分離用絶縁膜1706を覆うように、軟磁性材料で形成された微粒子が分散されている絶縁層1707が形成されている。

【0108】

なお分離用絶縁膜1706は、必ずしも設ける必要はない。また絶縁層1707は、アンテナ1705を構成している導線間のみに形成されていても良い。また、絶縁膜1703とアンテナ1705との間にも、分離用絶縁膜を形成するようにしても良い。

【0109】

図17に示すように、絶縁層として機能する絶縁膜1703を形成することで、よりアンテナの利得を高めることができる。

【0110】

なお本実施の形態では、耐熱性の高い第1の基板500と集積回路の間に剥離層を設け、エッチングにより該剥離層を除去することで基板と集積回路とを剥離する方法について示したが、本発明のIDチップの作製方法は、この構成に限定されない。例えば、耐熱性

の高い基板と集積回路の間に金属酸化膜を設け、該金属酸化膜を結晶化により脆弱化して集積回路を剥離しても良い。或いは、耐熱性の高い基板と集積回路の間に、水素を含む非晶質半導体膜を用いた剥離層を設け、レーザ光の照射により該剥離層を除去することで基板と集積回路とを剥離しても良い。或いは、集積回路が形成された耐熱性の高い基板を機械的に削除または溶液やガスによるエッチングで除去することで集積回路を基板から切り離しても良い。

#### 【0111】

またIDチップの可撓性を確保するために、下地膜502に接する接着剤547に有機樹脂を用いる場合、下地膜502として窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜を用いることで、有機樹脂からNaなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が半導体膜中に拡散するのを防ぐことができる。

#### 【0112】

また対象物の表面が曲面を有しており、それにより該曲面貼り合わされたIDチップの第2の基板548が、錐面、柱面など母線の移動によって描かれる曲面を有するように曲がってしまう場合、該母線の方向とTF T 529～531のキャリアが移動する方向とを揃えておくことが望ましい。上記構成により、第2の基板548が曲がっても、それによってTF T 529～531の特性に影響が出るのを抑えることができる。また、島状の半導体膜が集積回路内において占める面積の割合を、1～30%とすることで、第2の基板548が曲がっても、それによってTF T 529～531の特性に影響が出るのをより抑えることができる。

#### 【0113】

なお一般的にIDチップで用いられている電波の周波数は、13.56MHz、2.45GHzが多く、該周波数の電波を検波できるようにIDチップを形成することが、汎用性を高める上で非常に重要である。

#### 【0114】

また本実施の形態のIDチップでは、半導体基板を用いて形成されたIDチップよりも電波が遮蔽されにくく、電波の遮蔽により信号が減衰するのを防ぐことができるというメリットを有している。よって、半導体基板を用いずに済むので、IDチップのコストを大幅に低くすることができる。例えば、直径12インチのシリコン基板を用いた場合と、 $730 \times 920 \text{ mm}^2$ のガラス基板を用いた場合とを比較する。前者のシリコン基板の面積は約 $73000 \text{ mm}^2$ であるが、後者のガラス基板の面積は約 $672000 \text{ mm}^2$ であり、ガラス基板はシリコン基板の約9.2倍に相当する。後者のガラス基板の面積は約 $672000 \text{ mm}^2$ では、基板の分断により消費される面積を無視すると、1mm四方のIDチップが約672000個形成できる計算になり、該個数はシリコン基板の約9.2倍の数に相当する。そしてIDチップの量産化を行なうための設備投資は、 $730 \times 920 \text{ mm}^2$ のガラス基板を用いた場合の方が直径12インチのシリコン基板を用いた場合よりも工程数が少なく済むため、額を3分の1で済ませることができる。さらに本発明では、集積回路を剥離した後、ガラス基板を再び利用できる。よって、破損したガラス基板を補填したり、ガラス基板の表面を清浄化したりする費用を踏まえても、シリコン基板を用いる場合より大幅にコストを抑えることができる。またガラス基板を再利用せずに廃棄していったとしても、 $730 \times 920 \text{ mm}^2$ のガラス基板の値段は、直径12インチのシリコン基板の半分程度で済むので、IDチップのコストを大幅に低くすることができることがわかる。

#### 【0115】

従って、 $730 \times 920 \text{ mm}^2$ のガラス基板を用いた場合、直径12インチのシリコン基板を用いた場合よりも、IDチップの値段を約30分の1程度に抑えることができることがわかる。IDチップは、使い捨てを前提とした用途も期待されているので、コストを大幅に低くすることができる本発明のIDチップは上記用途に非常に有用である。

#### 【0116】

なお本実の形態では、集積回路を剥離して、可撓性を有する基板に貼り合わせる例につ

いて説明したが、本発明はこの構成に限定されない。例えばガラス基板のように、集積回路の作製工程における熱処理に耐えうるような、耐熱温度を有している基板を用いる場合、必ずしも集積回路を剥離する必要はない。図9(A)、図9(B)に、ガラス基板を用いて形成された、IDチップの一形態を、断面図で示す。

#### 【0117】

図9(A)に示すIDチップでは、基板570にガラス基板を用い、TFT571~573が剥離されることなく、直接基板570上に形成されている。具体的には、TFT571~573と基板570との間に、接着剤を間に挟んでおらず、基板570と下地膜574とが接するように形成されている。なお図9(B)は、図9(A)に示すIDチップに、カバー材575を貼り合わせたIDチップの断面図に相当する。

#### 【実施例1】

##### 【0118】

図10(A)を用いて、導電膜のパターニングにより、TFTに接続されている配線とアンテナとを共に形成する場合の、IDチップの構成について説明する。図10(A)に、本実施例のIDチップの断面図を示す。

##### 【0119】

図10(A)において、TFT1401は、島状の半導体膜1402と、島状の半導体膜1402に接しているゲート絶縁膜1403と、ゲート絶縁膜1403を間に挟んで島状の半導体膜1402と重なっているゲート電極1404とを有している。またTFT1401は、第1の層間絶縁膜1405及び第2の層間絶縁膜1406に覆われている。なお、本実施例では、TFT1401が、第1の層間絶縁膜1405、第2の層間絶縁膜1406の、2つの層間絶縁膜に覆われているが、本実施例はこの構成に限定されない。TFT1401は、単層の層間絶縁膜で覆われていても良いし、3層以上の層間絶縁膜で覆われていても良い。

##### 【0120】

そして第2の層間絶縁膜1406に上に形成された配線1407は、第1の層間絶縁膜1405及び第2の層間絶縁膜1406に形成されたコンタクトホールを介して、島状の半導体膜1402に接続されている。

##### 【0121】

また第2の層間絶縁膜1406上には、アンテナ1408が形成されている。配線1407とアンテナ1408は、第2の層間絶縁膜1406上に導電膜を形成し、該導電膜をパターニングすることで、共に形成することができる。アンテナ1408を配線1407と共に形成することで、IDチップの作製工程数を抑えることができる。

##### 【0122】

そして、アンテナ1408を覆うように、分離用絶縁膜1409が形成されており、さらにアンテナ1408及び分離用絶縁膜1409を覆うように絶縁層1410が形成されている。なお絶縁層1410は、必ずしもアンテナ1408全体を覆っている必要はなく、アンテナ1408を構成している導線間に配置されるように、形成されていれば良い。

##### 【0123】

また図10(A)では、絶縁層1410を、アンテナ1408が形成されている領域に選択的に形成しているが、本実施例はこの構成に限定されない。絶縁層1410は配線1407を覆うように形成されていても良い。ただしこの場合、分離用絶縁膜1409は、配線1407を覆うように形成するのが望ましい。

##### 【0124】

次に図10(B)を用いて、導電膜のパターニングにより、TFTのゲート電極とアンテナとを共に形成する場合の、IDチップの構成について説明する。図10(B)に、本実施例のIDチップの断面図を示す。

##### 【0125】

図10(B)において、TFT1411は、島状の半導体膜1412と、島状の半導体膜1412と重なっているゲート絶縁膜1413と、ゲート絶縁膜1413を間に挟んで

島状の半導体膜 1412 と重なっているゲート電極 1414 とを有している。またゲート絶縁膜 1413 上には、アンテナ 1418 が形成されている。ゲート電極 1414 とアンテナ 1418 は、ゲート絶縁膜 1413 上に導電膜を形成し、該導電膜をパターンニングすることで共に形成することができる。アンテナ 1418 をゲート電極 1414 と共に形成することで、IDチップの作製工程数を抑えることができる。

【0126】

そして、アンテナ 1418 を覆うように絶縁層 1420 が形成されている。なお絶縁層 1420 は、必ずしもアンテナ 1418 全体を覆っている必要はなく、アンテナ 1418 を構成している導線間に配置されるように、形成されていれば良い。

【0127】

また、図 10 (B) では、分離用絶縁膜を形成していない構成について示しているが、本発明はこの構成に限定されない。分離用絶縁膜をアンテナ 1418 と絶縁層 1420 との間に形成するようにしても良い。

【0128】

なお本実施例では、集積回路を剥離して、別途用意した基板に貼り合わせる例について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。例えばガラス基板のように、集積回路の作製工程における熱処理に耐えうるような、耐熱温度を有している基板を用いる場合、必ずしも集積回路を剥離する必要はない。

【実施例 2】

【0129】

本実施例では、本発明の IDチップの、機能的な構成の一形態について、図 11 を用いて説明する。

【0130】

図 11 において、900 はアンテナ、901 は集積回路に相当する。また 903 は、アンテナ 900 の両端子間に形成される容量に相当する。集積回路 901 は、復調回路 909、変調回路 904、整流回路 905、マイクロプロセッサ 906、メモリ 907、負荷変調をアンテナ 900 に与えるためのスイッチ 908 を有している。なおメモリ 907 は 1 つに限定されず、複数であっても良く、SRAM、フラッシュメモリ、ROM または FRAM (登録商標) などを用いることができる。

【0131】

リーダ／ライタから電波として送られてきた信号は、アンテナ 900 において電磁誘導により交流の電気信号に変換される。復調回路 909 では該交流の電気信号を復調し、後段のマイクロプロセッサ 906 に送信する。また整流回路 905 では、交流の電気信号を用いて電源電圧を生成し、後段のマイクロプロセッサ 906 に供給する。マイクロプロセッサ 906 では、入力された信号に従って各種演算処理を行なう。メモリ 907 にはマイクロプロセッサ 906 において用いられるプログラム、データなどが記憶されている他、演算処理時の作業エリアとしても用いることができる。

【0132】

そしてマイクロプロセッサ 906 から変調回路 904 にデータが送られると、変調回路 904 はスイッチ 908 を制御し、該データに従ってアンテナ 900 に負荷変調を加えることができる。リーダ／ライタは、アンテナ 900 に加えられた負荷変調を電波で受け取ることで、結果的にマイクロプロセッサ 906 からのデータを読み取ることができる。

【0133】

なお、図 11 に示す IDチップは、本発明の一形態を示したのに過ぎず、本発明は上記構成に限定されない。本発明の IDチップは、必ずしもマイクロプロセッサ 906 を有している必要はない。また信号の伝送方式は、図 11 に示したような電磁結合方式に限定されず、電磁誘導方式を用いていても良い。

【0134】

本実施例は、実施例 1 と組み合わせて実施することが可能である。

【実施例 3】

## 【0135】

本実施例では、本発明の I D チップに用いられる T F T の構成について説明する。

## 【0136】

図 12 (A) に、本実施例の T F T の断面図を示す。701 は n チャンネル型 T F T、702 は p チャンネル型 T F T に相当する。n チャンネル型 T F T 701 を例に挙げて、より詳しい構成について説明する。

## 【0137】

n チャンネル型 T F T 701 は活性層として用いる島状の半導体膜 705 を有しており、該島状の半導体膜 705 は、ソース領域またはドレイン領域として用いる 2 つの不純物領域 703 と、該 2 つの不純物領域 703 の間に挟まれているチャンネル形成領域 704 と、2 つの不純物領域 703 とチャンネル形成領域 704 の間に挟まれている 2 つの L D D (Light Doped Drain) 領域 710 とを有している。また n チャンネル型 T F T 701 は、島状の半導体膜 705 を覆っているゲート絶縁膜 706 と、ゲート電極 707 と、絶縁膜で形成された 2 つのサイドウォール 708、709 とを有している。

## 【0138】

なお本実施例ではゲート電極 707 が、2 層の導電膜 707 a、707 b を有しているが、本発明はこの構成に限定されない。ゲート電極 707 は 1 層の導電膜で形成されていても良いし、2 層以上の導電膜で形成されていても良い。ゲート電極 707 は、ゲート絶縁膜 706 を間に挟んで、島状の半導体膜 705 が有するチャンネル形成領域 704 と重なっている。またサイドウォール 708、709 は、ゲート絶縁膜 706 を間に挟んで、島状の半導体膜 705 が有する 2 つの L D D 領域 710 と重なっている。

## 【0139】

サイドウォール 708 は、例えば膜厚 100 nm の酸化珪素膜をエッチングすることで、サイドウォール 709 は、例えば膜厚 200 nm の L T O 膜 (Low Temperature Oxide、低温酸化膜) をエッチングすることで形成することができる。本実施例では、サイドウォール 708 に用いられる酸化珪素膜をプラズマ C V D 法で形成し、サイドウォール 709 に用いられる L T O 膜を、酸化珪素膜を減圧 C V D 法で形成する。なお酸化珪素膜には、窒素が混じっていても良いが、該窒素原子数は酸素原子数よりも少ないものとする。

## 【0140】

不純物領域 703 及び L D D 領域 710 は、ゲート電極 707 をマスクにして島状の半導体膜 705 に n 型の不純物をドーピングした後、サイドウォール 708、709 を形成し、該サイドウォール 708、709 マスクとして島状の半導体膜 705 に n 型の不純物をドーピングすることで、作り分けることができる。

## 【0141】

なお p チャンネル型 T F T 702 は、n チャンネル型 T F T 701 と構成はほとんど同じであるが、p チャンネル型 T F T 702 が有する島状の半導体膜 711 の構成のみ異なっている。島状の半導体膜 711 は L D D 領域を有しておらず、2 つの不純物領域 712 と、該 2 つの不純物領域 712 に挟まれているチャンネル形成領域 713 とを有している。そして、不純物領域 712 には、p 型の不純物がドーピングされている。なお図 12 (A) では、p チャンネル型 T F T 702 が L D D 領域を有していない例を示しているが、本発明はこの構成に限定されない。p チャンネル型 T F T 702 が L D D 領域を有していても良い。

## 【0142】

図 12 (B) に、図 12 (A) に示した T F T において、サイドウォールが 1 つである場合を示す。図 12 (B) に示す n チャンネル型 T F T 721 と、p チャンネル型 T F T 722 は、それぞれ 1 つのサイドウォール 728、729 を有している。サイドウォール 728、729 は、例えば膜厚 100 nm の酸化珪素膜をエッチングすることで形成することができる。本実施例では、サイドウォール 728 に用いられる酸化珪素膜をプラズマ C V D 法で形成する。なお酸化珪素膜には、窒素が混じっていても良いが、該窒素原子数は酸素原子数よりも少ないものとする。

## 【0143】



次に図12(C)に、ボトムゲート型のTFETの構成を示す。741はnチャネル型TFET、742はpチャネル型TFETに相当する。nチャネル型TFET741を例に挙げて、より詳しい構成について説明する。

#### 【0144】

図12(C)において、nチャネル型TFET741は島状の半導体膜745を有しており、該島状の半導体膜745は、ソース領域またはドレイン領域として用いる2つの不純物領域743と、該2つの不純物領域743の間に挟まれているチャネル形成領域744と、2つの不純物領域743とチャネル形成領域744の間に挟まれている2つのLDD(Light Doped Drain)領域750とを有している。またnチャネル型TFET741は、ゲート絶縁膜746と、ゲート電極747と、絶縁膜で形成されたチャネル保護膜748を有している。

#### 【0145】

ゲート電極747は、ゲート絶縁膜746を間に挟んで、島状の半導体膜745が有するチャネル形成領域744と重なっている。ゲート絶縁膜746は、ゲート電極747が形成された後に形成されており、島状の半導体膜745はゲート絶縁膜746が形成された後に形成されている。またチャネル保護膜748は、チャネル形成領域744を間に挟んでゲート絶縁膜746と重なっている。

#### 【0146】

チャネル保護膜748は、例えば膜厚100nmの酸化珪素膜をエッチングすることで形成することができる。本実施例では、チャネル保護膜748に用いられる酸化珪素膜をプラズマCVD法で形成する。なお酸化珪素膜には、窒素が混じっていても良いが、該窒素原子数は酸素原子数よりも少ないものとする。

#### 【0147】

不純物領域743及びLDD領域750は、レジストで形成したマスクを用いて島状の半導体膜745にn型の不純物をドーピングした後、チャネル保護膜748を形成し、該チャネル保護膜748マスクとして島状の半導体膜745にn型の不純物をドーピングすることで、作り分けることができる。

#### 【0148】

なおpチャネル型TFET742は、nチャネル型TFET741と構成はほとんど同じであるが、pチャネル型TFET742が有する島状の半導体膜751の構成のみ異なっている。島状の半導体膜751はLDD領域を有しておらず、2つの不純物領域752と、該2つの不純物領域752に挟まれているチャネル形成領域753とを有している。そして、不純物領域752には、p型の不純物がドーピングされている。なお図12(C)では、pチャネル型TFET742がLDD領域を有していない例を示しているが、本発明はこの構成に限定されない。pチャネル型TFET742がLDD領域を有していても良い。またnチャネル型TFET741がLDD領域を有していなくとも良い。

#### 【実施例4】

#### 【0149】

本実施例では、大型の基板を用いて、複数のIDチップを作製する方法について説明する。

#### 【0150】

まず、耐熱性を有する基板上に集積回路401及びアンテナ402を形成した後、剥離し、図13(A)に示すように、別途用意した基板403上に、接着剤404を用いて貼り合わせる。なお図13(A)では、集積回路401及びアンテナ402を一組ずつ基板403上に貼り合わせている様子を示しているが、本発明はこの構成に限定されない。集積回路401及びアンテナ402の組を、互いに繋がった状態で剥離し、一度に基板403上に貼り合わせるようにしても良い。

#### 【0151】

次に図13(B)に示すように、間に集積回路401及びアンテナ402を挟むように、基板403にカバー材405を貼り合わせる。このとき、集積回路401及びアンテナ

402を覆うように、基板403上に接着剤406を塗布しておく。カバー材405を基板403に貼り合わせることで、図13(C)に示す状態が得られる。なお、図13(C)では、集積回路401及びアンテナ402の位置を明確にするために、カバー材405を通して透けて見えるように、集積回路401及びアンテナ402を図示している。

#### 【0152】

次に図13(D)に示すように、ダイシングまたはスクライブにより、集積回路401及びアンテナ402を互いに分離することで、IDチップ407を完成させる。

#### 【0153】

なお、ガラス基板を用いたIDチップをIDGチップ(Identification Glass Chip)、可撓性を有する基板を用いたIDチップをIDFチップ(Identification Flexible Chip)と呼ぶことができる。

#### 【0154】

本実施例は、実施例1～実施例3と組み合わせて実施することが可能である。

#### 【実施例5】

#### 【0155】

本実施例では、1つの基板上に形成された複数の集積回路を剥離する際、形成される溝の形状について説明する。図14(A)に、溝601が形成された基板603の上面図を示す。また図14(B)に、図14(A)のA-A'における断面図を示す。

#### 【0156】

集積回路602は、剥離層604上に形成されており、剥離層604は基板603上に形成されている。溝601は各集積回路602の間に形成されており、なおかつ剥離層604が露出する程度の深さを有している。また本実施例では、複数の集積回路602は溝601によって完全にではなく部分的に分離されている。

#### 【0157】

次に図14(A)、図14(B)に示した溝601からエッチングガスを流し込み、剥離層604をエッチングにより除去した後の様子を、図14(C)、図14(D)に示す。図14(C)は、溝601が形成された基板603の上面図に相当し、図14(D)は、図14(C)のA-A'における断面図に相当する。エッチングにより溝601から破線605に示す領域まで、剥離層604のエッチングが進んだものとする。図14(C)、図14(D)に示すように、複数の集積回路602が、完全にではなく互いに一部繋がった状態で溝601により分離されていることで、剥離層604をエッチングした後に各集積回路602が支えをなくして移動してしまうのを防ぐことができる。

#### 【0158】

図14(C)、図14(D)に示した状態まで形成したら、接着剤が付着したテープや、基板等を別途用意し、集積回路602を基板603から剥離する。そして剥離された複数の集積回路602は、互いに分断される前またはされた後に、別途用意された基板に貼り合わせられる。

#### 【0159】

なお本実施例では、IDチップの作製方法の一例を示しており、本発明のIDチップの作製方法は本実施例で示した構成に限定されない。

#### 【0160】

本実施例は、実施例1～実施例4と組み合わせて実施することが可能である。

#### 【実施例6】

#### 【0161】

本発明のIDチップは、可撓性を有する基板を用いている場合、可撓性を有する対象物、或いは曲面を有する対象物に、貼り合わせるのに好適である。また本発明のIDチップが有する集積回路の中に、データの書き換えができないROMなどのメモリを形成しておけば、IDチップが取り付けられた対象物の偽造を防止することができる。また例えば、産地、生産者などによって商品価値が大きく左右される食料品に、本発明のIDチップを用いることは、産地、生産者などの偽装を低いコストで防止するのに有用である。

## 【0162】

具体的に本発明のIDチップは、例えば、荷札、値札、名札など、対象物の情報を有するタグに取り付けて用いることができる。或いは、本発明のIDチップ自体をタグとして用いても良い。また例えば、戸籍謄本、住民票、パスポート、免許証、身分証、会員証、鑑定書、クレジットカード、キャッシュカード、プリペイドカード、診察券、定期券など、事実を証明する文書に相当する証書に取り付けても良い。また例えば、手形、小切手、貨物引換証、船貨証券、倉庫証券、株券、債券、商品券、抵当証券など、私法上の財産権を表示する証券に相当する有価証券に取り付けても良い。

## 【0163】

図15(A)に、本発明のIDチップ1302を取り付けた小切手1301の一例を示す。図15(A)では、IDチップ1302が小切手1301の内部に取り付けられているが、表に露出させておいても良い。本発明のIDチップは、可撓性を有する基板を用いている場合、可撓性を有する小切手1301に取り付けられても、応力により破壊されにくいというメリットを有している。

## 【0164】

図15(B)に、本発明のIDチップ1303を取り付けたパスポート1304の一例を示す。図15(B)では、IDチップ1303がパスポート1304の表紙に取り付けられているが、パスポート1304が有する他のページに取り付けられていても良い。本発明のIDチップは、可撓性を有する基板を用いている場合、可撓性を有するパスポート1304の表紙に取り付けられても、応力により破壊されにくいというメリットを有している。

## 【0165】

図15(C)に、本発明のIDチップ1305を取り付けた、商品券1306の一例を示す。なおIDチップ1305は商品券1306の内部に形成しても良いし、商品券1306の表面に露出させるように形成しても良い。本発明のIDチップは、可撓性を有する基板を用いている場合、可撓性を有する商品券1306に取り付けられても、応力により破壊されにくいというメリットを有している。

## 【0166】

またTFTを有する集積回路を用いたIDチップは、安価、かつ薄型である。そのため本発明のIDチップは、最終的に消費者によって使い捨てられるような用途に向いている。特に、数円、数十円単位の値段の差が売りに大きき影響する商品に用いる場合、本発明の安価でかつ薄型のIDチップを有する包装材は、非常に有用である。包装材とは、ラップ、ペットボトル、トレイ、カプセルなど、対象物を包装するために成形が可能な、或いは成形された支持体に相当する。

## 【0167】

図16(A)に、本発明のIDチップ1307が取り付けられた包装材1308で、販売用のお弁当1309を包装している様子を示す。IDチップ1307内に商品の価格などを記録しておくことで、リーダ/ライタとしての機能を有するレジスターでお弁当1309の代金を清算することができる。さらに、商品の在庫管理、商品の消費期限の管理なども、簡便に行なうことが可能である。

## 【0168】

また例えば、商品のラベルに本発明のIDチップを付けておき、該IDチップを用いて商品の流通を管理するような利用の仕方も可能である。

## 【0169】

図16(B)に示すように、裏面が粘着性を有する商品のラベル1310などの支持体に、本発明のIDチップ1311を取り付ける。そして、IDチップ1311が取り付けられたラベル1310を、商品1312に装着する。商品1312に関する識別情報は、ラベル1310に貼り合わされたIDチップ1311から、無線で読み取ることが可能である。よってIDチップ1311により、流通の過程において、商品の管理が容易になる。本発明のIDチップは、可撓性を有する基板を用いている場合、可撓性を有するラベル

1 3 1 0 に取り付けられても、応力により破壊されにくいというメリットを有している。よって、本発明の I D チップを用いたラベル 1 3 1 0 は、曲面を有する対象物に貼り合わせるのに好適である。

【 0 1 7 0 】

例えば、I D チップ 1 3 1 1 内の集積回路が有するメモリとして、書き込みが可能な不揮発性メモリを用いている場合、商品 1 3 1 2 の流通のプロセスを記録することができる。また商品の生産段階におけるプロセスを記録しておくことで、卸売業者、小売業者、消費者が、産地、生産者、製造年月日、加工方法などを把握することが容易になる。

【 0 1 7 1 】

本実施例は、実施例 1 ～実施例 5 の構成と組み合わせて実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 7 2 】

【図 1】本発明の I D チップの斜視図及び断面図。

【図 2】本発明の I D チップが有するアンテナの断面図。

【図 3】本発明の I D チップが有するアンテナの断面図。

【図 4】本発明の I D チップの作製方法を示す図。

【図 5】本発明の I D チップの作製方法を示す図。

【図 6】本発明の I D チップの作製方法を示す図。

【図 7】本発明の I D チップの作製方法を示す図。

【図 8】本発明の I D チップの作製方法を示す図。

【図 9】本発明の I D チップの作製方法を示す図。

【図 1 0】本発明の I D チップの断面図。

【図 1 1】本発明の I D チップの、機能的な構成の一形態を示すブロック図。

【図 1 2】本発明の I D チップが有する T F T の断面図。

【図 1 3】大型の基板を用いて、本発明の I D チップに用いられる集積回路を複数作製する方法を示す図。

【図 1 4】1 つの基板上に形成された複数の集積回路を剥離する際、形成される溝の形状を示す図。

【図 1 5】本発明の I D チップの利用方法について示す図。

【図 1 6】本発明の I D チップの利用方法について示す図。

【図 1 7】本発明の I D チップの断面図。

【符号の説明】

【 0 1 7 3 】

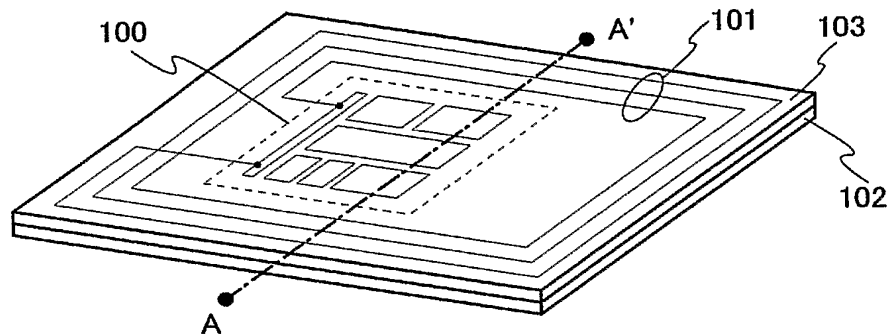
- 1 0 0 集積回路
- 1 0 1 アンテナ
- 1 0 2 基板
- 1 0 3 カバー材
- 1 0 4 T F T
- 1 0 5 導線
- 1 0 6 絶縁層
- 1 0 7 破線
- 1 0 8 微粒子
- 1 0 9 分離用絶縁膜
- 1 1 0 絶縁体
- 2 0 1 第 1 の導体
- 2 0 2 第 2 の導体
- 2 0 3 第 1 の導体
- 2 0 4 第 2 の導体
- 2 0 5 保護膜
- 3 0 1 分離用絶縁膜



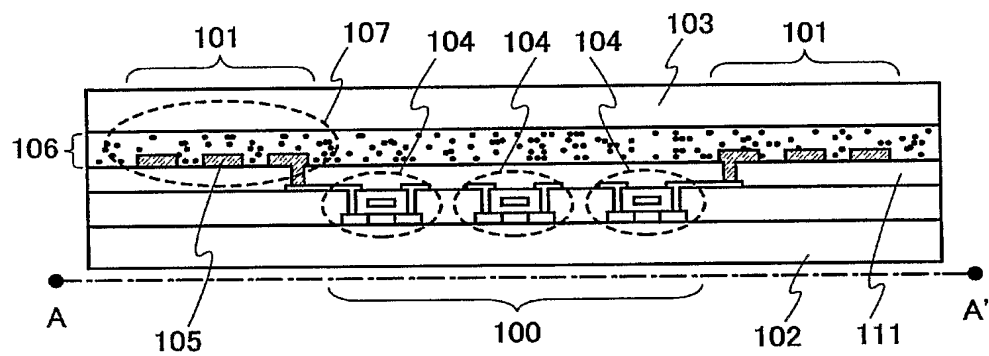
3 0 2 絶縁層

【書類名】 図面  
【図 1】

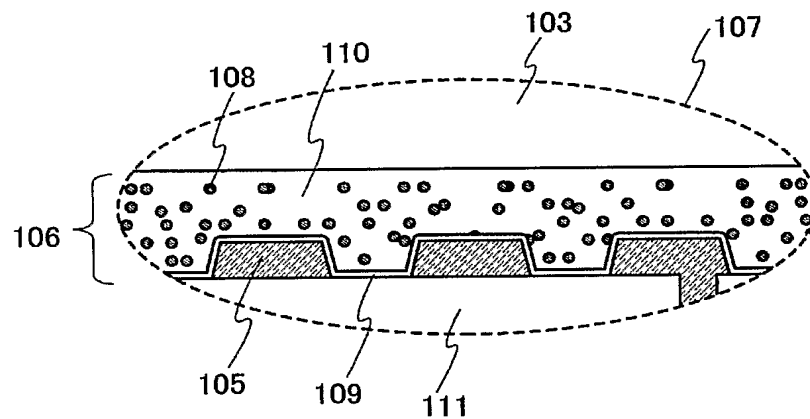
(A)



(B)

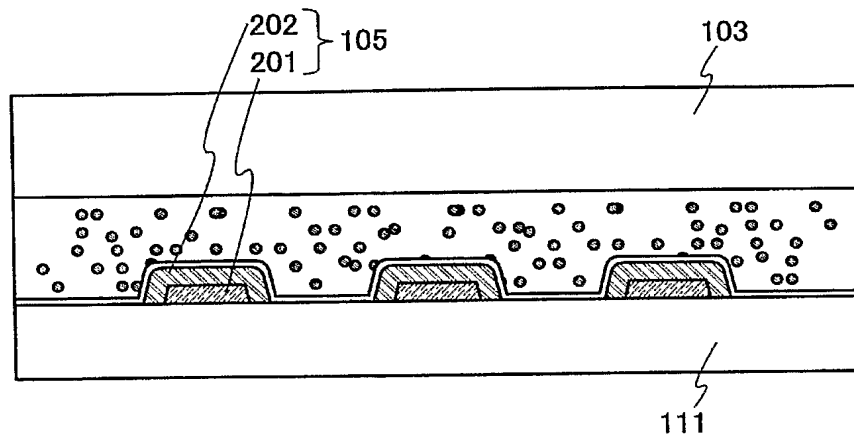


(C)

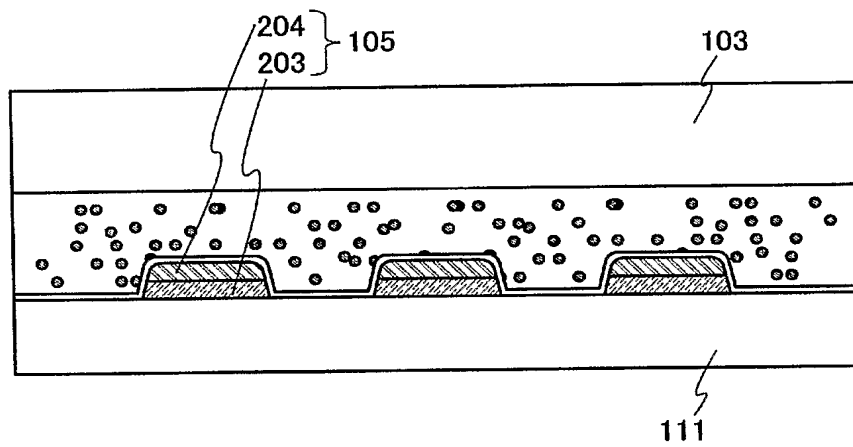


【図 2】

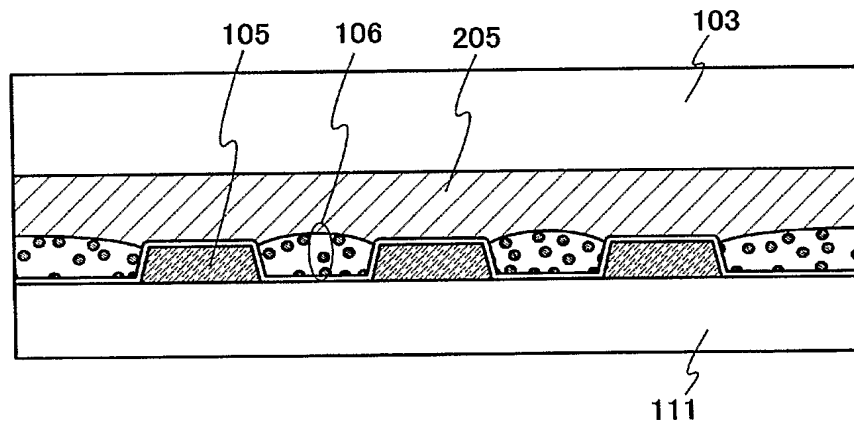
(A)



(B)

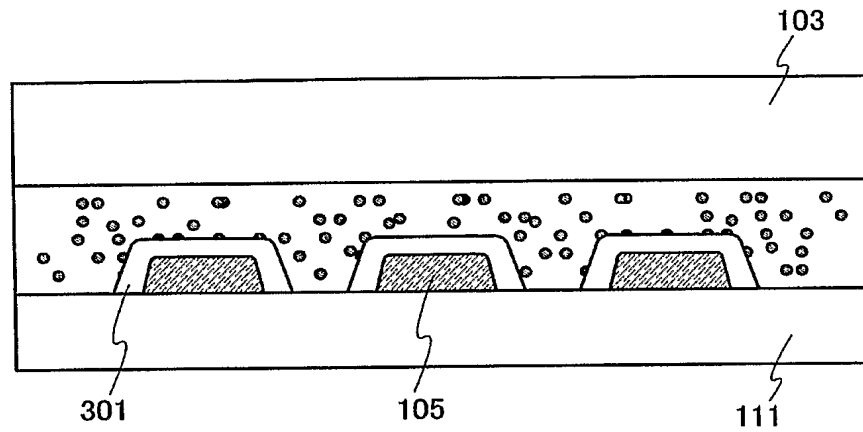


(C)

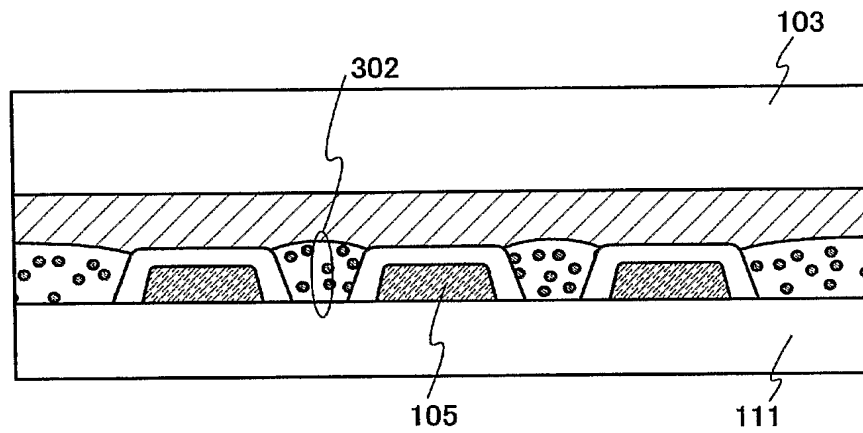


【図 3】

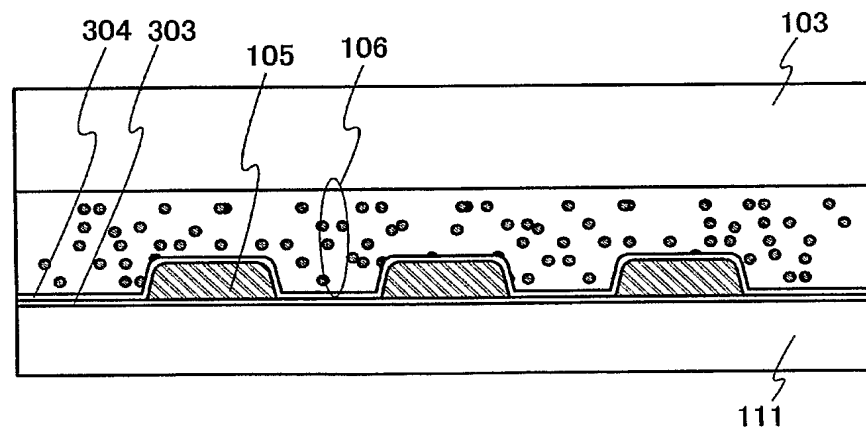
(A)



(B)

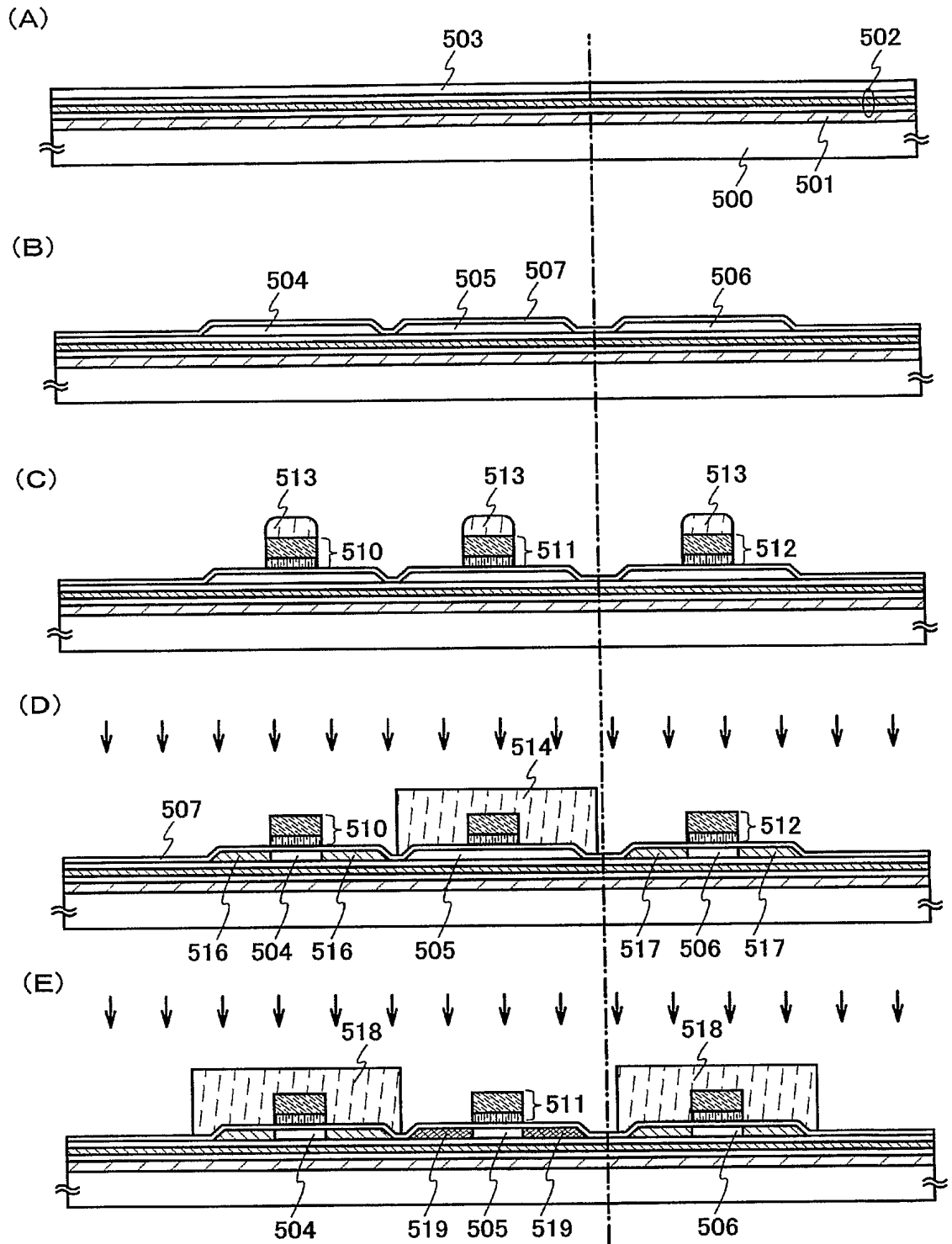


(C)

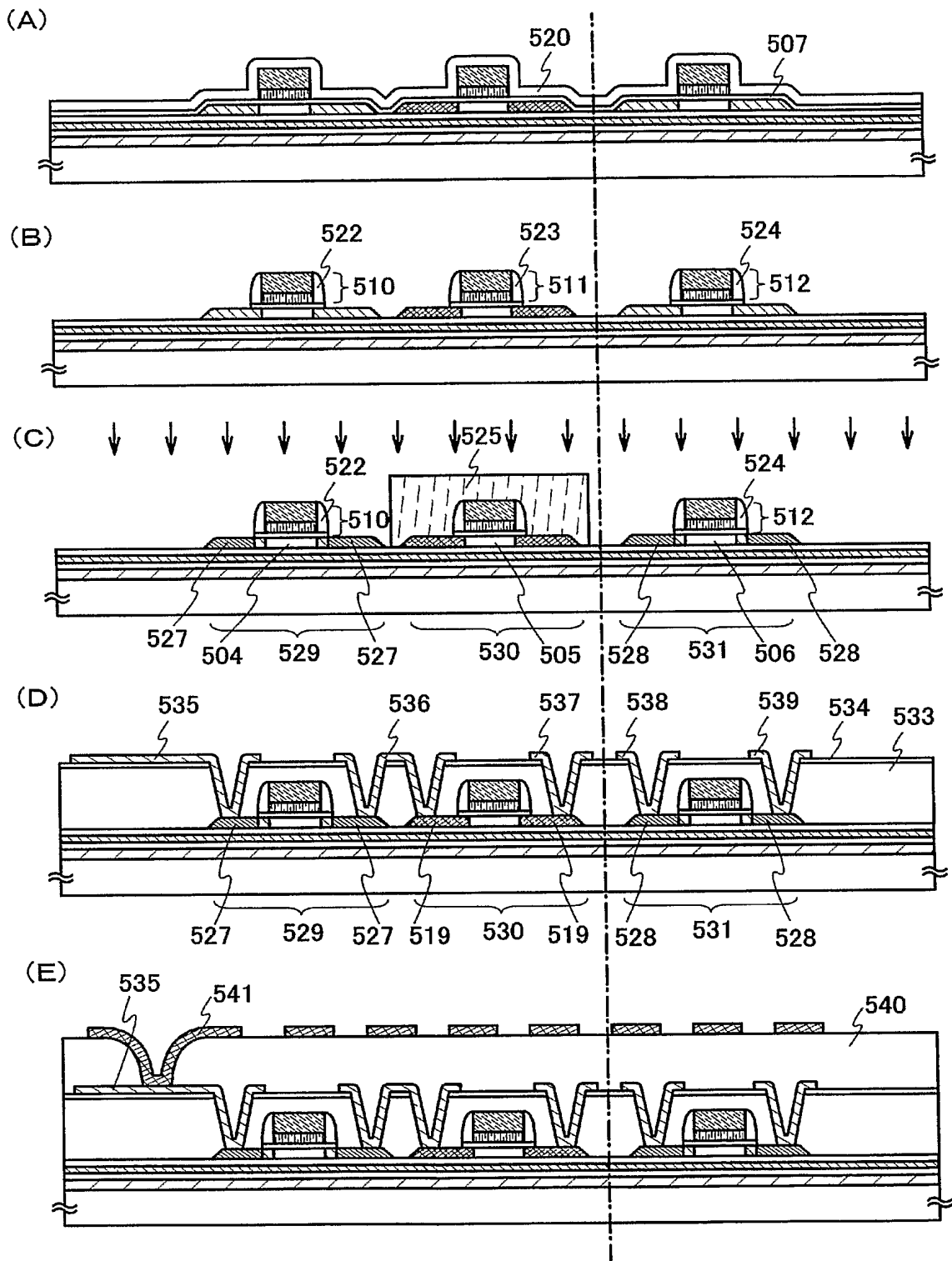




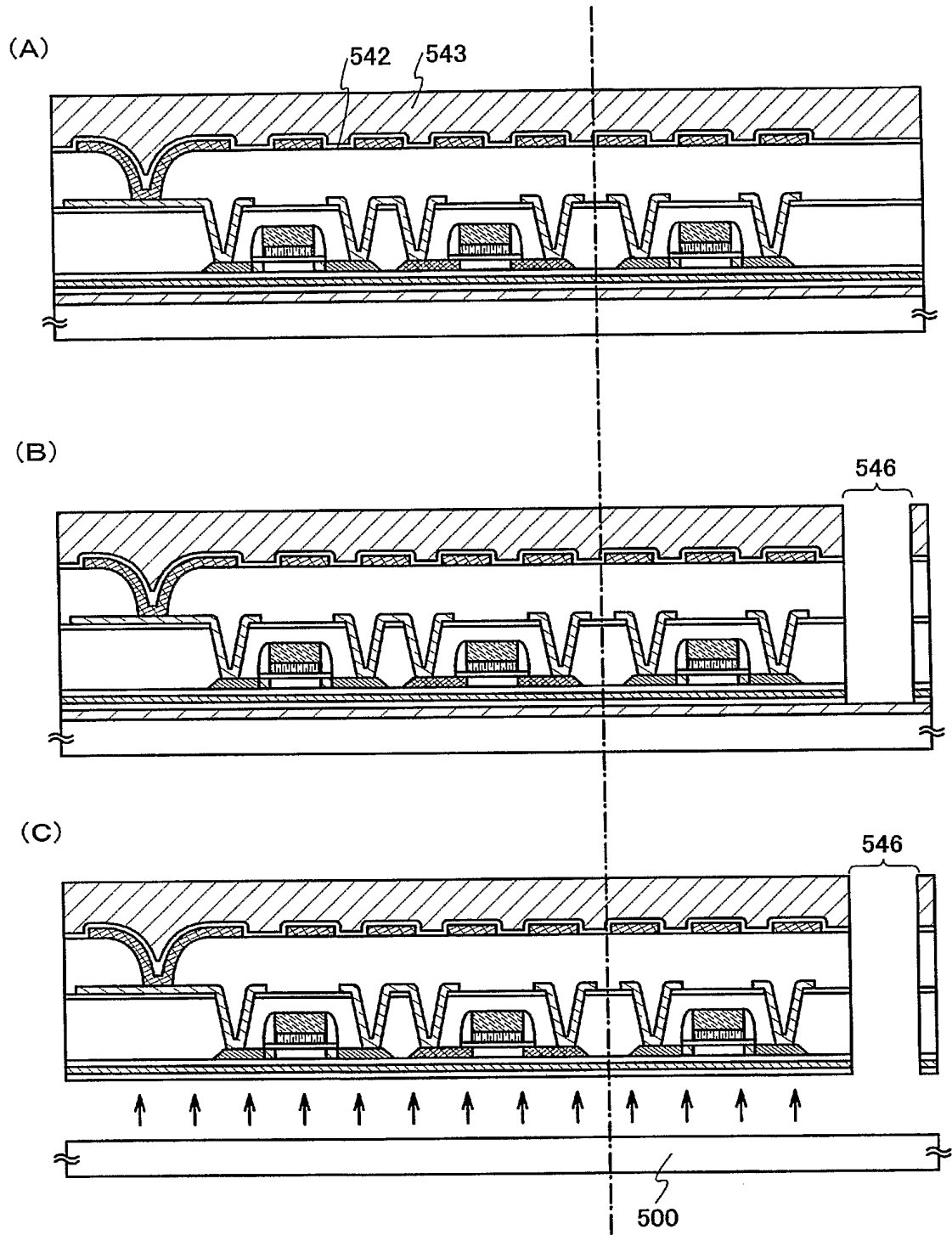
【図 4】



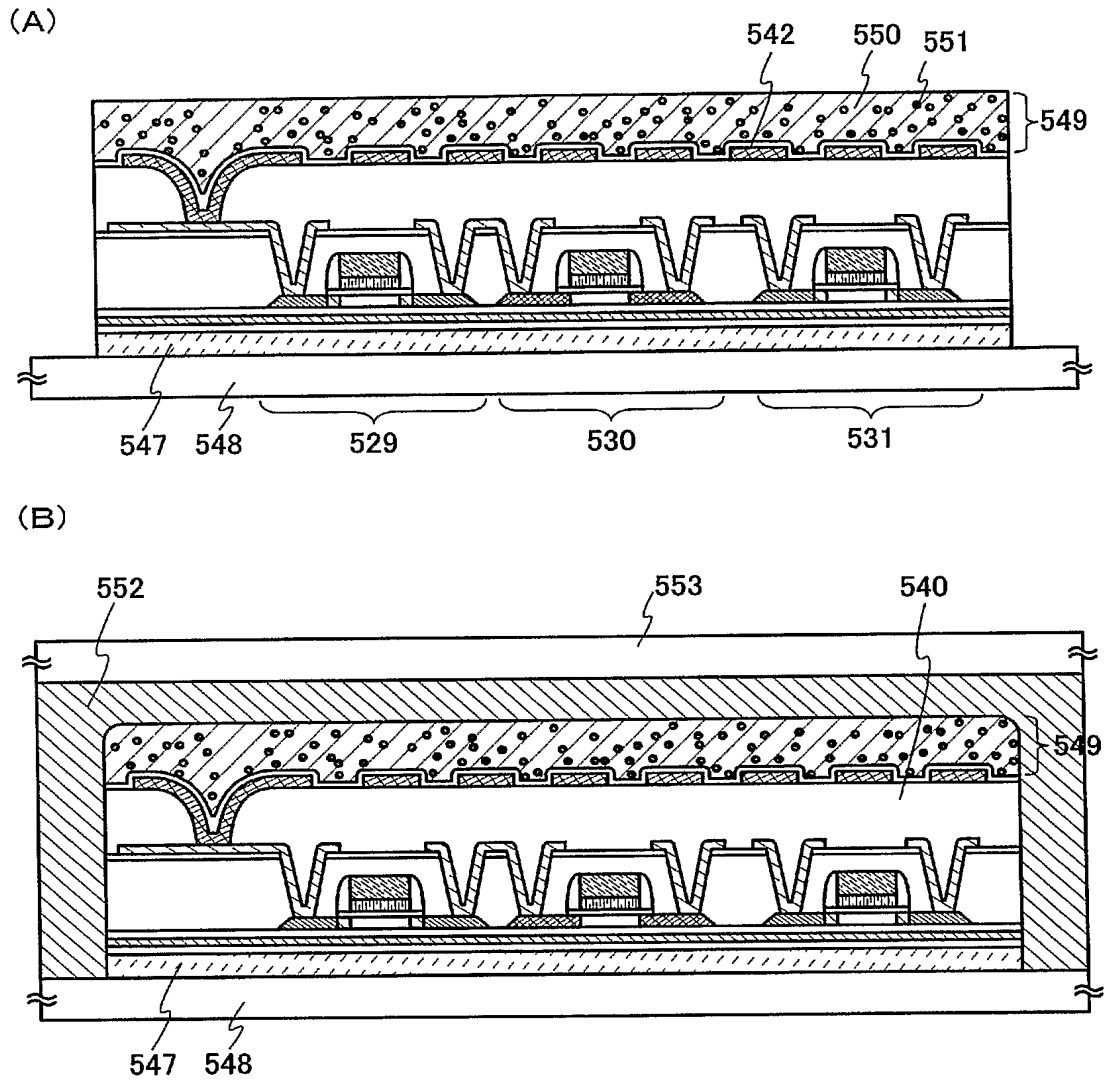
【図 5】



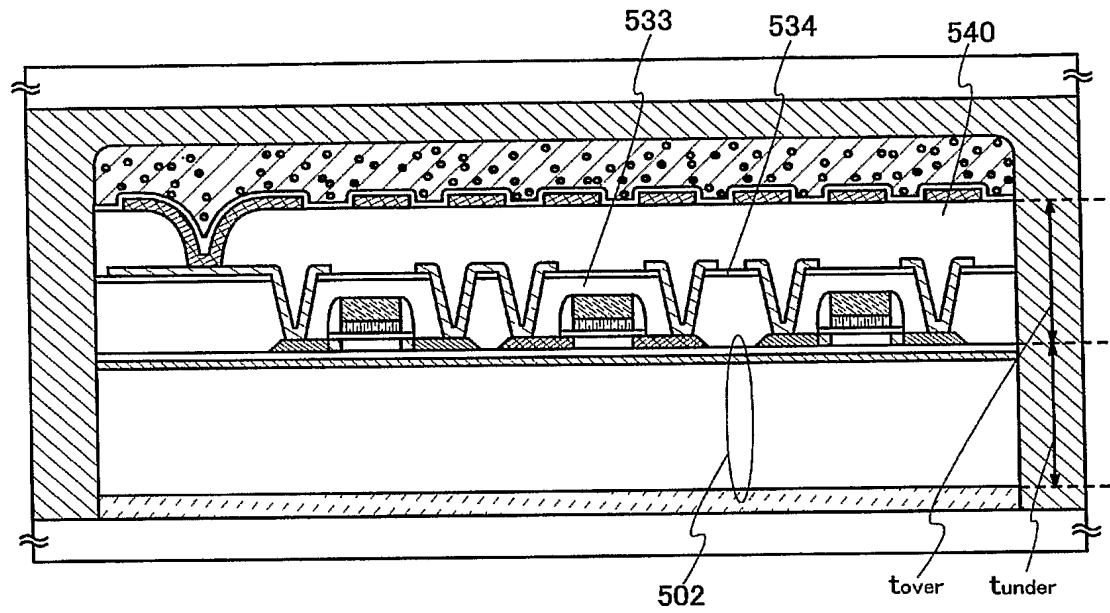
【図 6】



【図 7】

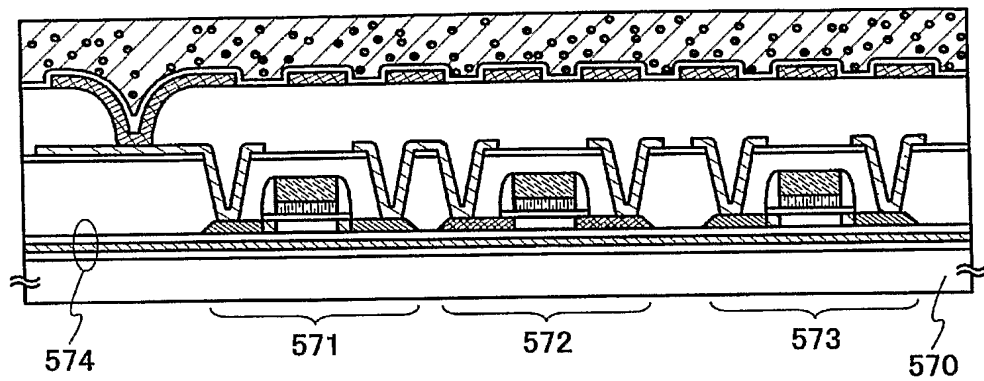


【図 8】

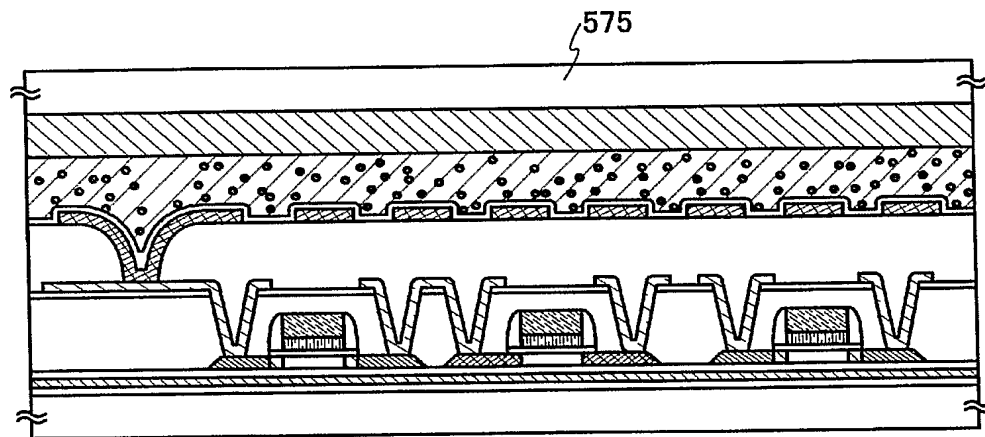


【図 9】

(A)

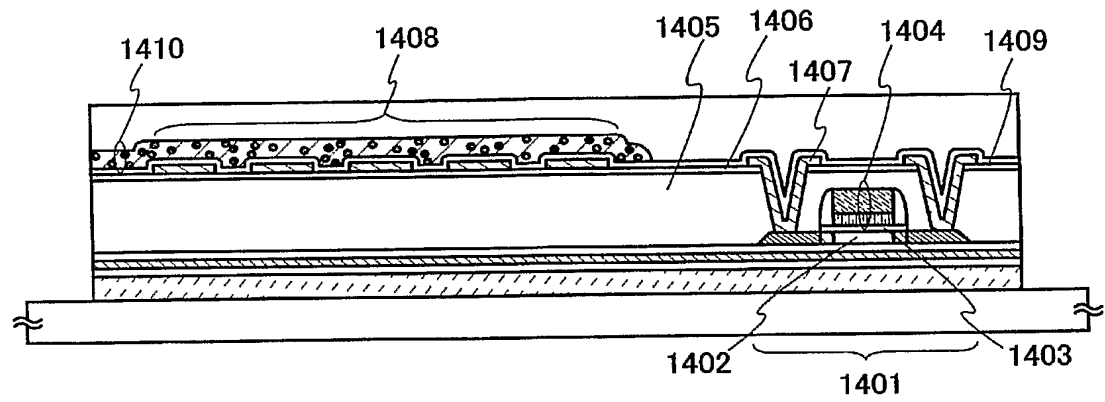


(B)

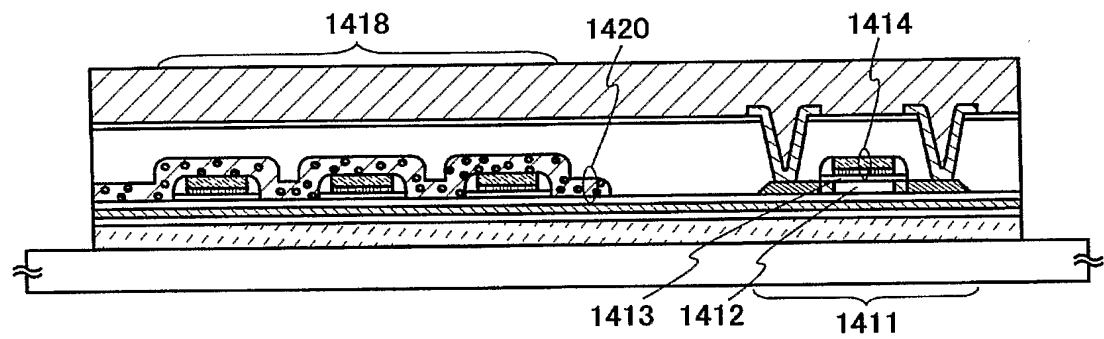


【図 10】

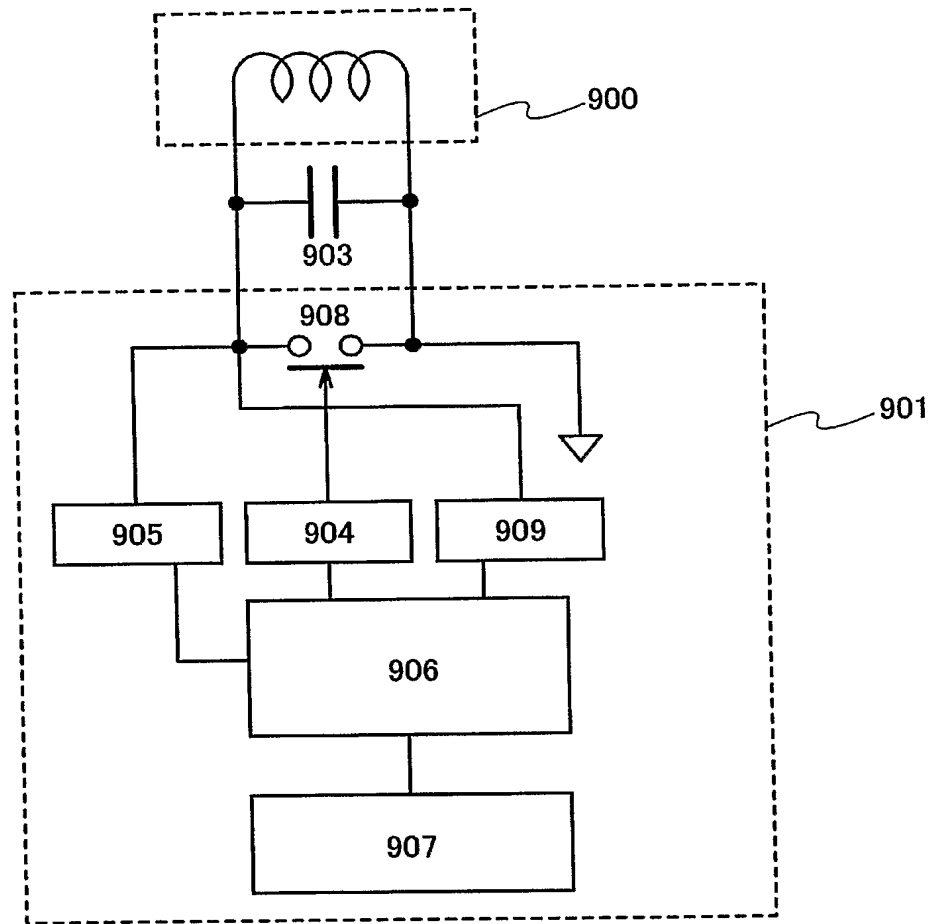
(A)



(B)



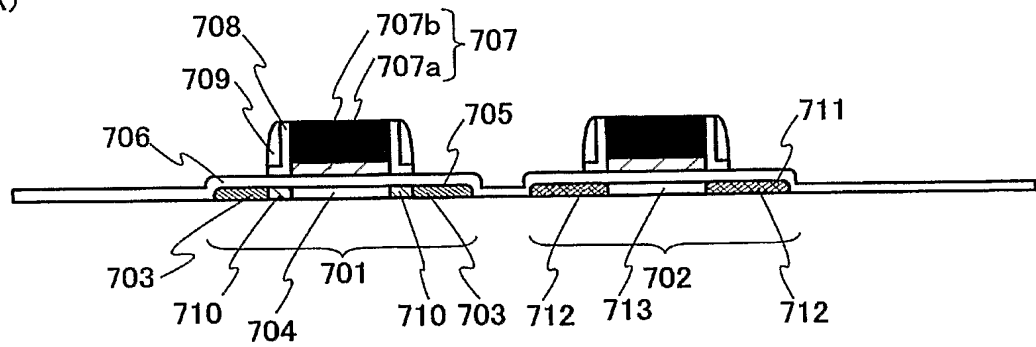
【図 11】



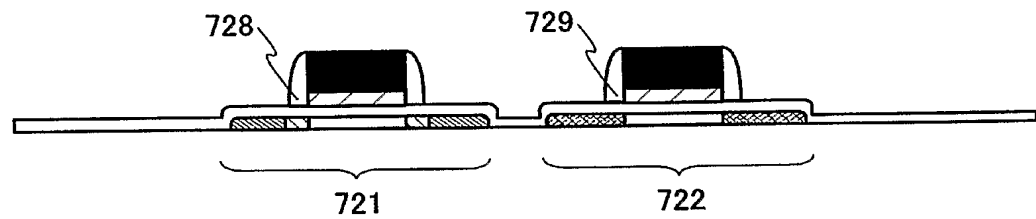


【図 12】

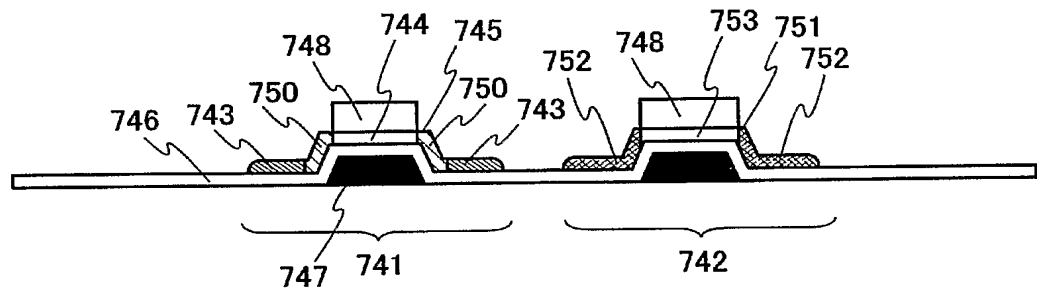
(A)



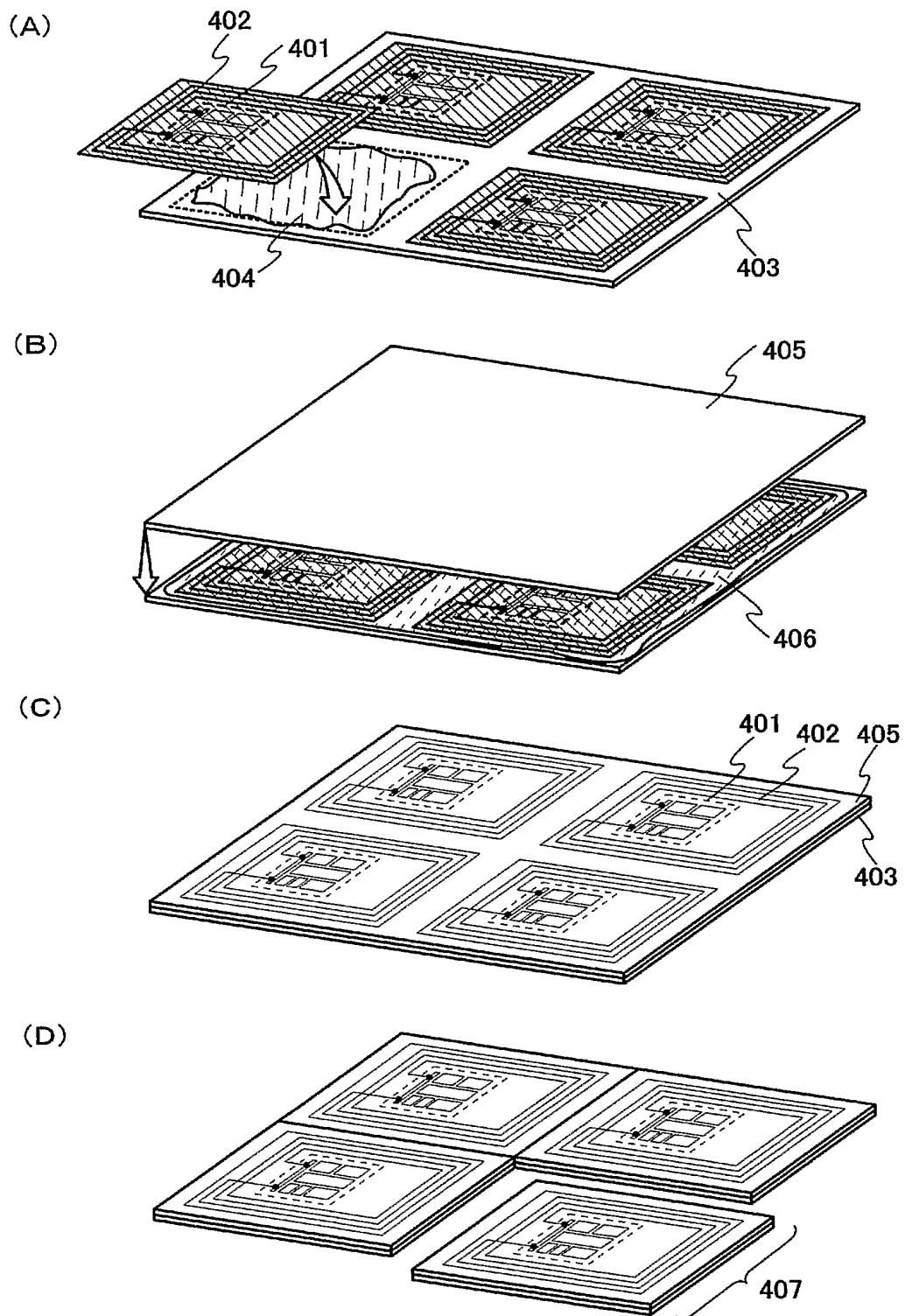
(B)



(C)

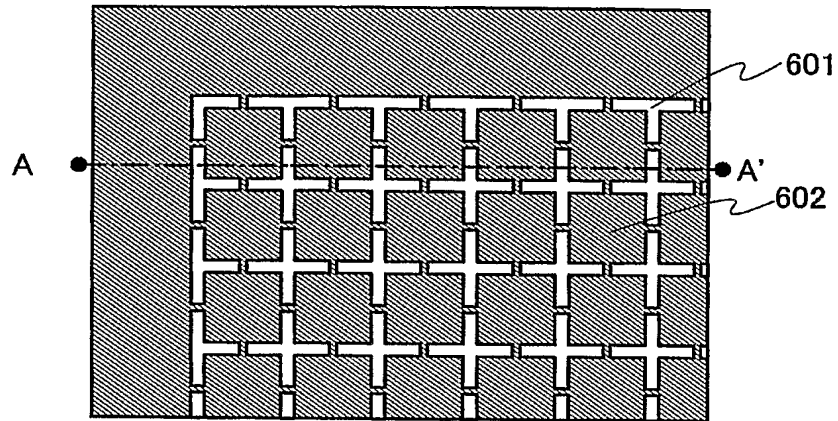


【図 13】

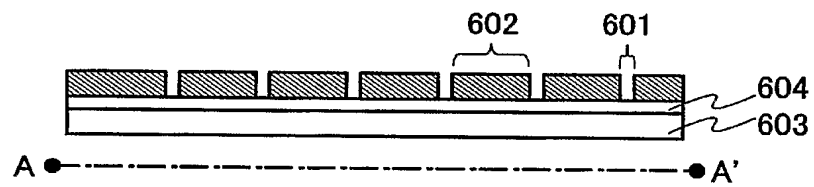


【図 14】

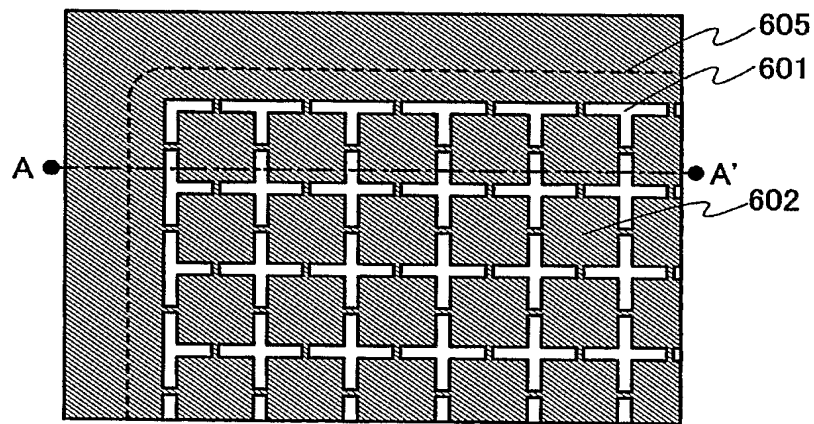
(A)



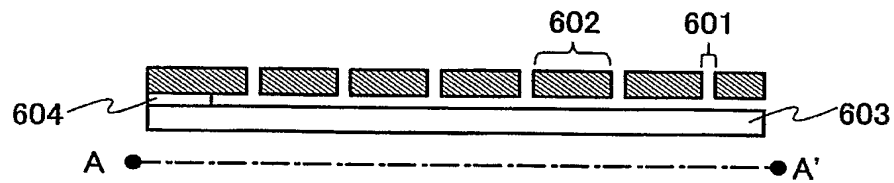
(B)



(C)

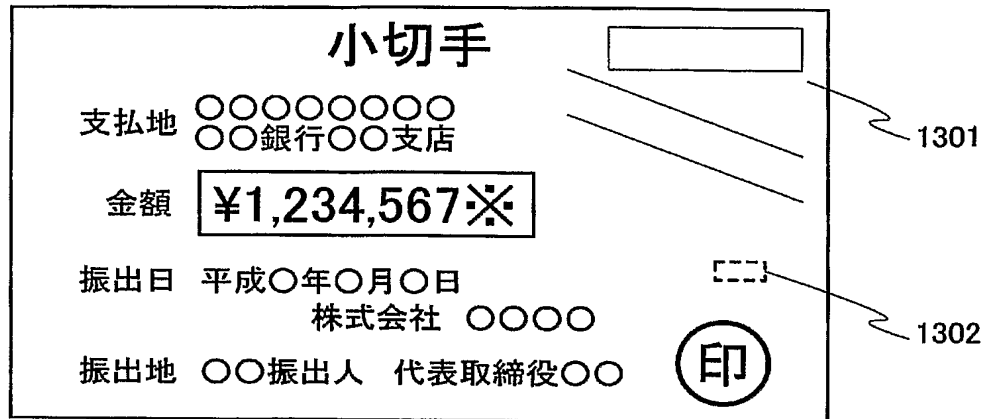


(D)

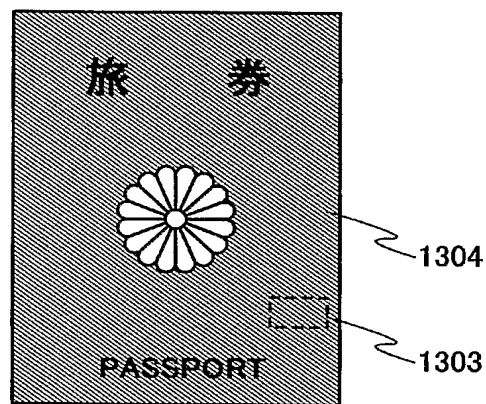


【図 15】

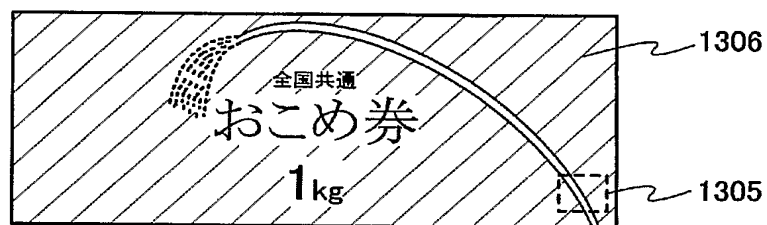
(A)



(B)

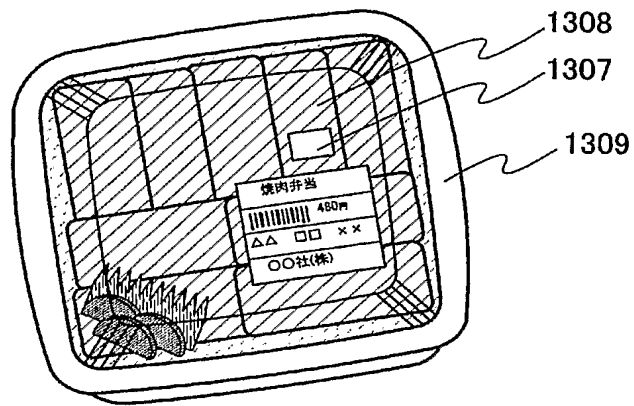


(C)

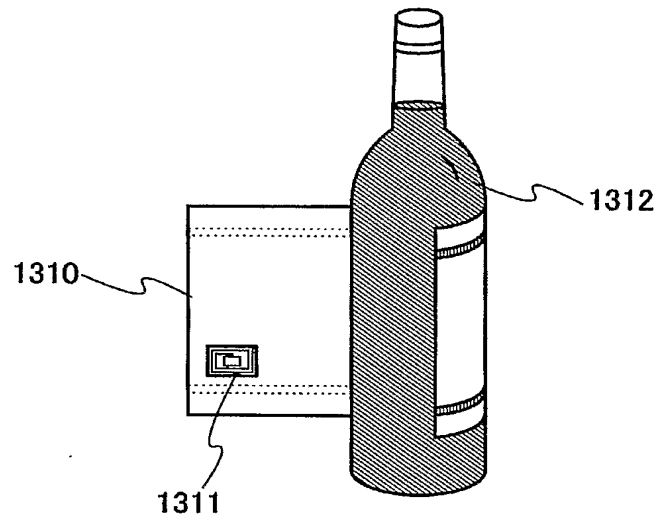


【図 16】

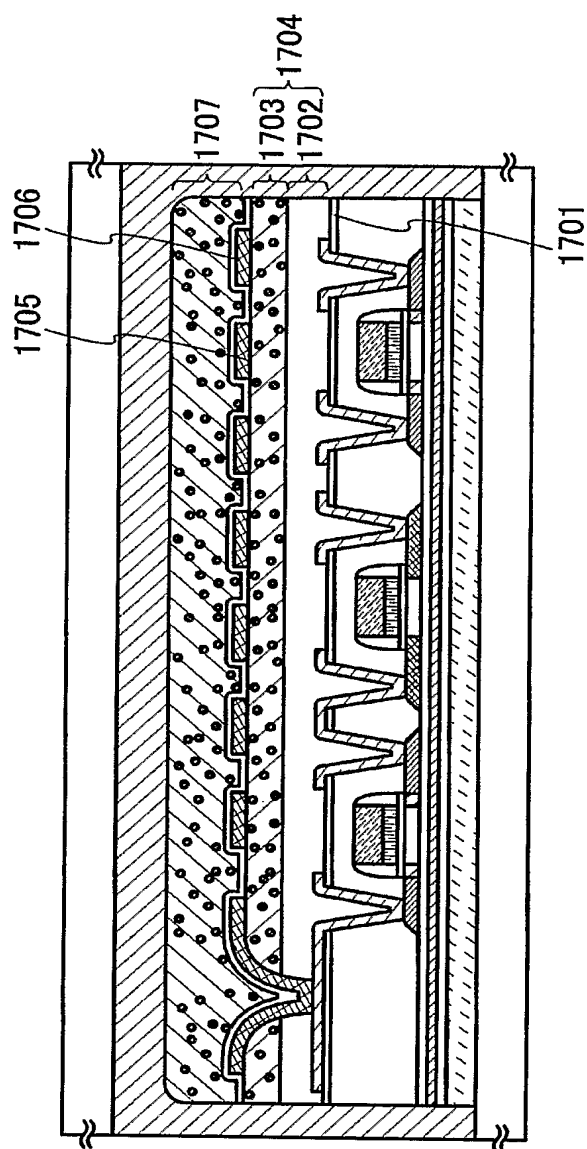
(A)



(B)



【図 17】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 本発明は、アンテナの利得を高め、回路規模を抑えることなく集積回路の機械的強度を高めることができる、ＩＤチップの提供を課題とする。

【解決手段】 本発明のＩＤチップに代表される半導体装置は、薄膜の半導体膜で形成された半導体素子が用いられた集積回路と、該集積回路に接続されたアンテナとを有する。アンテナは、集積回路と一体形成されている方が、ＩＤチップの機械的強度を高めることができるので望ましい。なおかつ本発明で用いるアンテナは、円状または螺旋状に巻かれた導線を有し、導線と導線の間に、軟磁性材料を用いた微粒子が配置されている。具体的には、導線間に、軟磁性材料を用いた微粒子が分散された絶縁層が、配置されている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 7 0 7 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 1 5 3 8 7 8 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
氏 名	株式会社半導体エネルギー研究所